

## ANALISIS PENGARUH PENGGANTIAN KONDUKTOR AAAC KE MVTIC PADA PENYULANG KERAMBITAN BERBASIS SOFTWARE ETAP

IM Sajayasa<sup>1</sup>, IG Suputra Widharma<sup>2</sup>, AANM Narottama<sup>3</sup>, I Nengah Sunaya<sup>4</sup>, Indra Adi Suputra<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung  
E-mail: suputra@pnb.ac.id

**Abstrak** – Penyulang Kerambitan merupakan salah satu penyulang yang berada di ULP Tabanan yang termasuk ruang lingkup kerja dari UP3 Bali Selatan. Penyulang Kerambitan melayani beban atau pelanggan di daerah Bajera, Kerambitan, Yeh Gangga, dimana penyulang Kerambitan ini berpangkalan atau mengambil sumber dari Gardu Induk Antosari. Penyulang Kerambitan dalam proses pendistribusiannya mengalami kendala dalam kualitas tegangan yang telah melewati standar PT PLN (Persero) yaitu SPLN 72 tahun 1987 (5%), dalam simulasi ETAP 12.6.0 dari tahun 2020 hingga 2025 mengalami penurunan tegangan yang cukup signifikan dari tahun 2020 besar tegangan di lokasi titik drop tegangan sebesar 18.256 V, lalu pada 2025 tegangan di lokasi titik drop sebesar 17.707, berlokasi di SANDA75 (TB0143/PT. Oasis Water Internasional).

Dalam Tugas Akhir ini penulis ingin melakukan pengujian penggantian konduktor dari AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup> menggunakan aplikasi ETAP 12.6.0. Hal ini disebabkan PT PLN khususnya UP3 Bali Selatan sering melaksanakan penggantian konduktor tersebut. Selanjutnya hasil dibandingkan sebelum dan setelah, yaitu dari segi drop tegangan serta susut daya. Selanjutnya dibandingkan hasil simulasi dengan standar tegangan PT PLN (Persero) yaitu SPLN 72 tahun 1987 (5%).

**Kata Kunci** : jatuh tegangan; susut daya; penyulang; software ETAP.

**Abstract** – *The Kerambitan feeder is one of the feeders at ULP Tabanan which is included in the scope of work of UP3 South Bali. The Kerambitan feeder serves loads or customers in the Bajera, Kerambitan, Yeh Gangga areas, where the Kerambitan feeder is based or sourced from the Antosari Substation. The Kerambitan feeder in the distribution process encountered problems in the quality of the voltage that had passed the PT PLN (Persero) standard, namely SPLN 72 in 1987 (5%), in the ETAP 12.6.0 simulation from 2020 to 2025 experienced a significant voltage drop from 2020 the voltage at the drop point location is 18.256 V, then in 2025 the voltage at the drop point location is 17.707, located at SANDA75 (TB0143/PT. Oasis Water Internasional).*

*In this final project the author wants to test the replacement of conductors from AAAC 150 mm<sup>2</sup> to MVTIC 150 mm<sup>2</sup> using the ETAP 12.6.0 application. This is because PT PLN, especially UP3 South Bali, often replaces these conductors. Furthermore, the results are compared before and after, namely in terms of voltage drop and power loss. Next, compare the simulation results with the standard voltage of PT PLN (Persero), namely SPLN 72 in 1987 (5%).*

**Keywords**: *voltage drop; power loss; feeder; softawre ETAP.*

### PENDAHULUAN

Di era modernisasi saat ini listrik merupakan salah satu poin terpenting dalam menunjang kehidupan manusia. Peranan listrik ini dapat dikatakan salah satu prioritas kebutuhan nasional Negara, bahkan dapat disebut tolak ukur keberhasilan suatu Negara. Oleh karena itu listrik menjadi pokok utama keberlangsungan perkembangan seluruh aspek kehidupan saat ini, tidak terkecuali daerah area Bali Selatan yang dimana merupakan salah satu wilayah yang memiliki perkembangan yang sangat pesat

yang terdiri dari area Denpasar, Tabanan, Sanur, Mengwi, Kuta. Untuk mendukung pertumbuhan ekonomi di Bali khususnya Wilayah Kerja PLN UP3 Bali Selatan diperlukan suplai energi listrik yang memadai, tegangan yang berkualitas, andal, efisiensi yang baik/rugi-rugi di jaringan yang rendah, serta menghindari potensi unsafe condition [1].

Dalam memenuhi parameter tersebut, adapun tindakan yang dapat dilakukan antara lain rekonduktoring, pemasangan kapasitor bank, pemecahan beban di penyulang, menaikkan

tegangan sumber serta penyeimbangan beban di gardu umum pada penyulang. Kiat yang dilakukan oleh UP3 Bali Selatan dalam pemenuhan parameter tersebut saat ini ialah memperbanyak penggunaan kabel MVTIC (Medium Voltage Twisted Insulated Cable) dan melaksanakan kegiatan rekonduktoring atau penggantian konduktor di jaringan eksisting pada penyulang untuk wilayah kerja PLN UP3 Bali Selatan [2]. Sistem tenaga listrik di UP3 Bali Selatan memiliki 228 penyulang dari 11 gardu induk, yang dimana untuk 228 feeder/penyulang tersebut diberikan tegangan awal sebesar 20 kV yang diatur di trafo 150/20 di ke-11 gardu induk. Seluruh sistem tersebut saat ini menyuplai kebutuhan listrik masyarakat di wilayah Bali Selatan. Salah satunya ialah gardu induk Antosari yang menyuplai energi listrik ke penyulang Kerambitan [3].

Menurut SPLN 72 tahun 1987 pada dasarnya tegangan jaringan distribusi 20 kV memiliki batas toleransi 5% (19 kV) untuk konfigurasi radial/open loop, yang artinya untuk penyulang Kerambitan yang konfigurasinya radial harus segera diperbaiki tegangannya agar keandalan dan stabilitas tegangannya tetap terjaga dan dapat mengurangi susut daya akibat drop tegangan yang terus meningkat pada penyulang tersebut dengan cara meningkatkan kapasitas isolasi pada kabel [4]. Hal ini berdasarkan masih banyaknya penggunaan konduktor AAAC 150 mm<sup>2</sup> di penyulang Kerambitan. Terdapat pula masalah di penyulang kerambitan yang dimana terdapat gangguan yaitu 7 kali triff di gardu induk (3 kali) dan recloser (4 kali) dengan total lama padam 1 jam 16 menit dari data hasil inspeksi jaringan tahun 2020 (sumber: Bagian Jaringan UP3 Bali Selatan) [5].

Dengan adanya permasalahan diatas, maka penulis melakukan penelitian mengenai "Analisa Pengaruh Penggantian Konduktor AAAC Ke MVTIC Pada Jaringan Penyulang Kerambitan dengan Software ETAP".

## METODE PENELITIAN

Secara umum sistem tenaga listrik terdiri atas komponen tenaga listrik yaitu pembangkit

tenaga listrik, sistem transmisi dan sistem distribusi. Ketiga bagian ini merupakan bagian utama pada suatu rangkaian sistem tenaga listrik yang bekerja untuk menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit ke pelanggan [6]. Adapun perbedaannya antara sistem transmisi dengan sistem distribusi adalah pada besar tegangan yang disalurkan, dimana sistem transmisi menyalurkan tenaga listrik tegangan tinggi dari pusat pembangkit ke gardu induk, sedangkan sistem distribusi menyalurkan tenaga listrik tegangan menengah dari gardu induk ke gardu distribusi dan menyalurkan tegangan rendah ke konsumen. Sistem Distribusi Tegangan Menengah mempunyai tegangan kerja di atas 1 kV dan setinggi-tingginya 35 kV. Sistem Distribusi Tegangan Rendah mempunyai tegangan kerja setinggi-tingginya 1 kV [7].

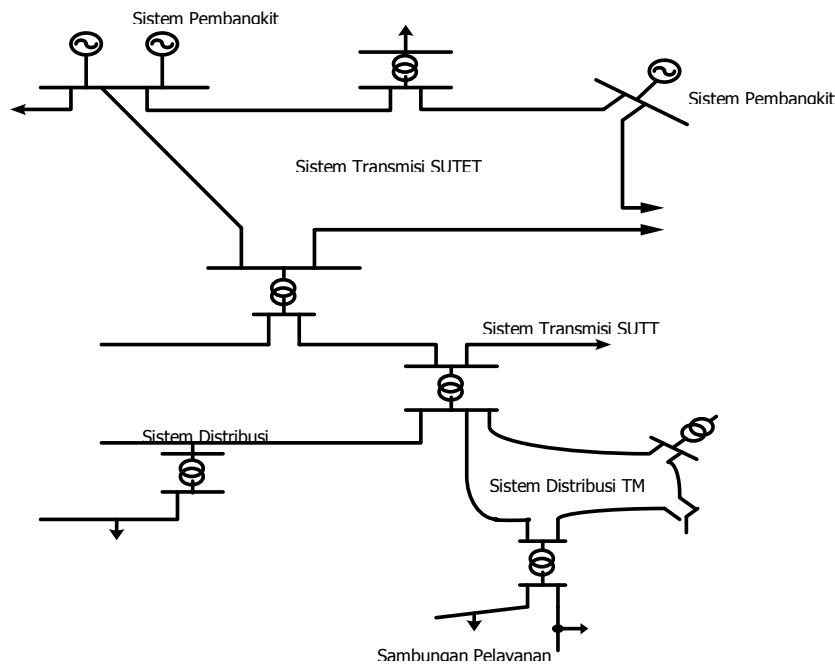
Penghantar merupakan media untuk menyalurkan tenaga listrik dari satu titik ke titik lainnya. Dalam menyalurkan tenaga listrik akan timbul rugi-rugi tegangan, besarnya rugi-rugi tegangan tersebut tergantung dari penghantar yang digunakan dan besarnya arus yang melalui penghantar tersebut [11]. Untuk mengurangi rugi-rugi tegangan yang ditimbulkan oleh impedansi penghantar, maka perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis penghantar sebagai penyalur tenaga listrik. Penghantar yang lazim digunakan yaitu aluminium dan tembaga [12].

Dalam pemilihan penghantar yang akan digunakan untuk saluran transmisi maupun saluran distribusi, harus memperhatikan beberapa faktor seperti: konduktivitas penghantar, berat penghantar, impedansi penghantar, daya penghantar, ukuran penghantar, isolasi penghantar, jenis beban yang dilayani, kondisi lingkungan disekitar penyulang. Sedangkan dalam perhitungannya akan dibantu dengan menggunakan software ETAP [10].

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan software full grafis yang dapat digunakan sebagai alat analisa untuk mendesain dan menguji kondisi secara offline dalam bentuk modul simulasi, monitoring data operasi secara

real time, simulasi system secara real time, optimasi, manajemen energi system dan simulasi intelligent load shedding [8]. ETAP Power Station memiliki data yang detail untuk setiap elemen yang digunakan. Dengan menggunakan editor data, dapat mempercepat proses entri data suatu elemen. Data-data yang ada pada program ini telah dimasukkan sesuai dengan data-data yang ada di lapangan untuk berbagai jenis analisa. ETAP Power Station dapat melakukan penggambaran single line

diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisa/studi yakni Load Flow (aliran daya), Short Circuit (hubung singkat), motor starting, harmonisa, transient stability, protective device coordination, dan cable derating. Selain itu juga ETAP Power Station menyediakan fasilitas library yang akan mempermudah desain suatu system kelistrikan. Library ini juga dapat diedit atau dapat ditambahkan dengan informasi peralatan bila diperlukan [9].



Gambar 1. Pola sistem tenaga listrik

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penggantian konduktor dari AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup> pada penyulang Kerambitan, maka dilakukan tahapan sebagai berikut:

Hal pertama yang dilakukan yaitu mengumpulkan data-data terkait dengan penggantian konduktor dari AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup> yaitu data ETAP 12.6.0 untuk penyulang Kerambitan, impedansi konduktor AAAC 150 mm<sup>2</sup> dan MVTIC 150 mm<sup>2</sup>, single line diagram penyulang dan data penghantar di penyulang serta data pelanggan yang menjadi lokasi titik drop di penyulang. Perhitungan

menggunakan software ETAP 12.6.0 pada perubahan kualitas tegangan untuk tahun 2020-2025 saat penggantian konduktor dari AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150. Menghitung persentase drop tegangan hasil simulasi ETAP sebelum dan setelah penggantian konduktor AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup>.

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V}{V_s} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

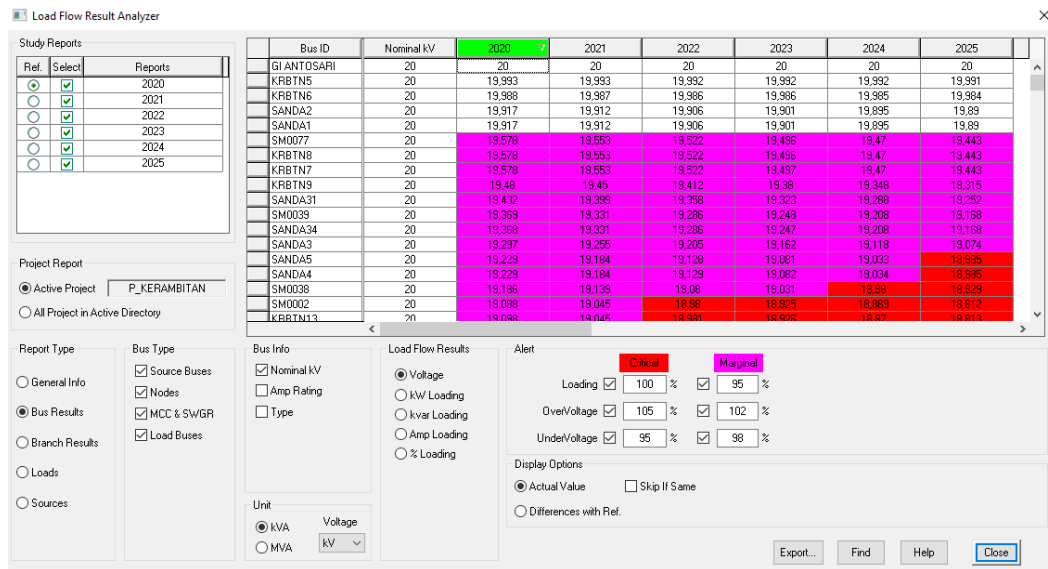
$$\Delta V (\%) = \% \Delta V \text{ kondisi eksisting} - \% \Delta V \text{ setelah penggantian} \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta P (\%) = \frac{\Delta P}{P_s} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta P (\%) = \% \Delta P \text{ kondisi eksisting} - \% \Delta P \text{ setelah penggantian} \dots\dots\dots (4)$$

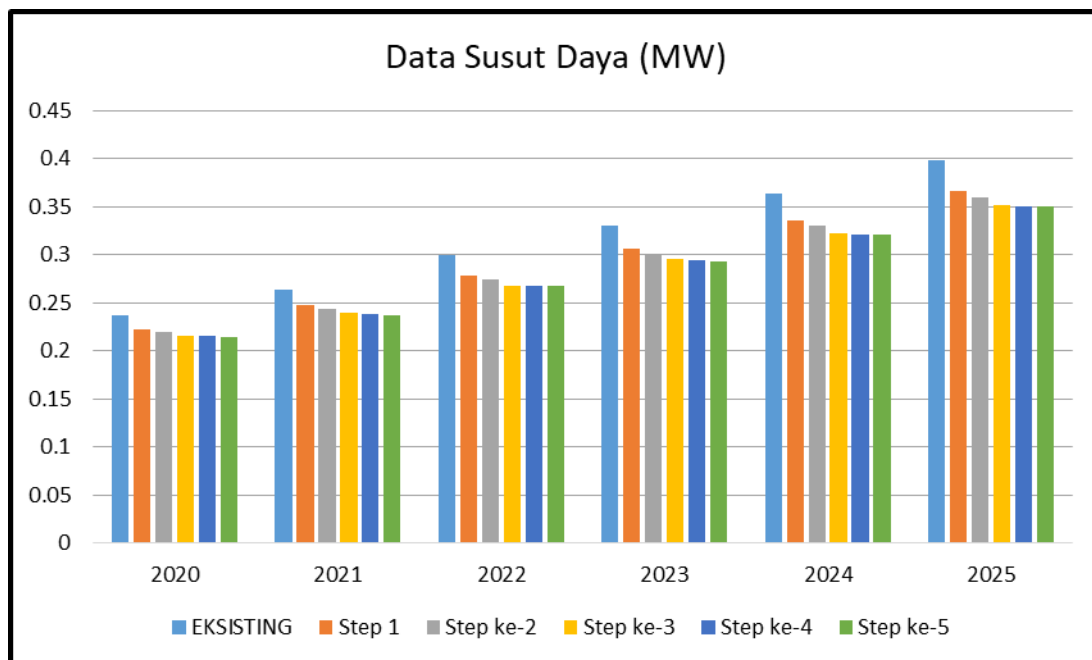
Berikut proses perhitungan dengan software ETAP 12.6.0 sebagai berikut:

1. Hal yang perlu disiapkan sebelum perhitungan ETAP 12.6.0 ialah: data single line diagram penyulang Kerambitan, data gardu, data panjang penghantar yang akan di rekonduktor, impedansi penghantar.,
2. Melakukan simulasi dengan software ETAP 12.6.0 untuk mengetahui kondisi eksisting yaitu drop tegangan dan susut daya.

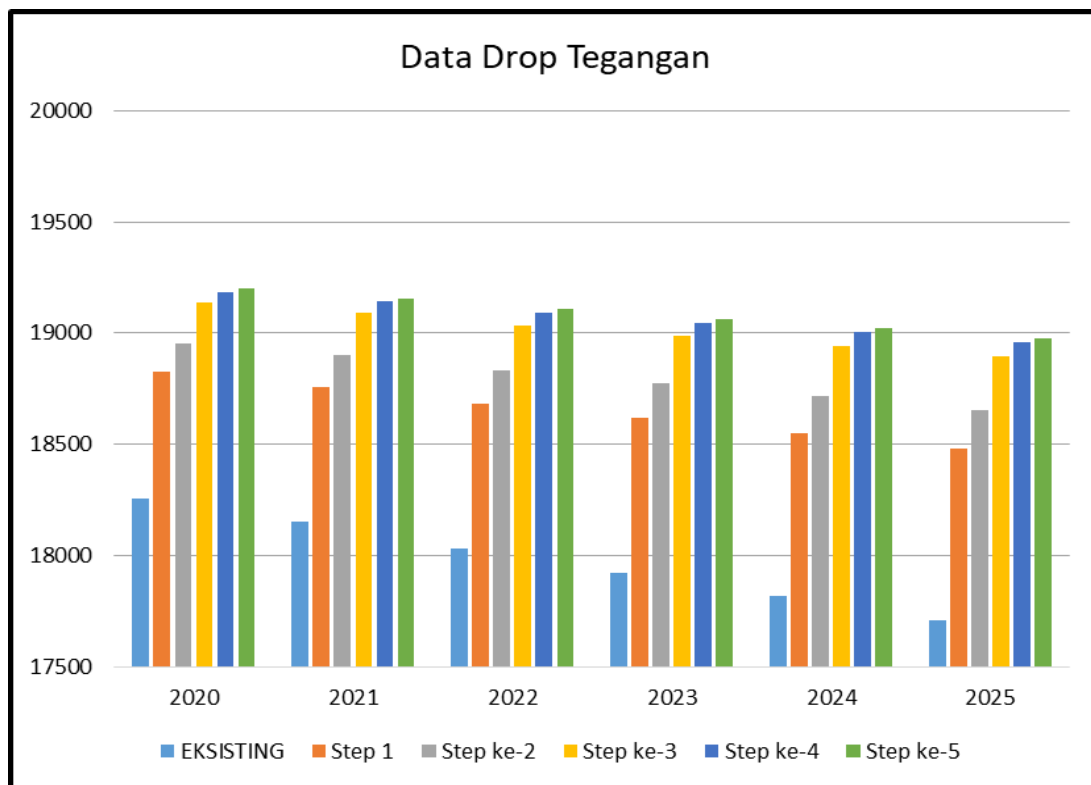


Gambar 3. Hasil Simulasi dengan Software ETAP

PEMBAHASAN



Gambar 4 Data susut daya sebelum dan setelah penggantian konduktor



**Gambar 5.** Data drop tegangan sebelum dan setelah penggantian konduktor

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan serta analisa untuk proses penggantian konduktor AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup> menggunakan simulasi serta perhitungan menggunakan bantuan aplikasi ETAP 12.6.0 untuk memperoleh nilai perbandingan sebelum serta sesudah penggantian konduktor yaitu, drop tegangan serta susut daya untuk penyulang Kerambitan untuk tahun 2020 hingga 2025, maka kesimpulan yang dapat diperoleh adalah:

1. Berdasarkan proses simulasi serta perhitungan menggunakan bantuan aplikasi ETAP 12.6.0 untuk tahun 2020 hingga 2025 setelah penggantian konduktor ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup> hingga Step ke-5 diperoleh kenaikan tegangan pada titik drop tegangan sebelumnya yaitu SANDA75 sebesar: 970 V, 1030 V, 1106 V, 1171 V, 1237 V, 1305 V, serta untuk kenaikan tegangan pada lokasi titik drop tegangan terbaru yaitu KR0055, diperoleh sebesar: 877 V, 932 V, 1001 V, 1060 V, 1121 V, 1183 V dengan total

penggantian pengantar seluas 15.559,15 meter. Dari hasil tersebut dapat kita ketahui bahwa penggantian konduktor AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup> dapat mempengaruhi tegangan drop di penyulang Kerambitan karena Impedansi penghantar MVTIC lebih baik dari penghantar AAAC.

2. Dari hasil simulasi serta perhitungan setelah penggantian konduktor hingga Step ke-5 menggunakan bantuan aplikasi ETAP 12.6.0 diperoleh hasil mengenai susut daya, yang dimana besar susut daya yang dapat diturunkan dari tahun 2020 hingga 2025 sebesar: 23 kW, 27 kW, 32 kW, 37 kW, 43 kW, 49 kW. Dengan perubahan daya terkirim ke pelanggan dari: 4429 kW, 4656 kW, 4928 kW, 5157 kW, 5386 kW, 5616 kW menjadi sebesar: 4476 kW, 4707 kW, 4985 kW, 5217 kW, 5450 kW, 5684 kW. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggantian konduktor AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup> dapat mempengaruhi susut daya di penyulang Kerambitan karena Impedansi

penghantar MVTIC 150 mm<sup>2</sup> lebih baik dari penghantar AAAC 150 mm<sup>2</sup>.

3. Dari hasil perhitungan serta simulasi drop tegangan setelah penggantian konduktor AAAC 150 mm<sup>2</sup> ke MVTIC 150 mm<sup>2</sup>, diketahui bahwa penggantian tersebut dapat memperbaiki tegangan sesuai standar PLN (SPLN) 72 tahun 1987 (5% yaitu: 19 kV) hingga tahun 2024 (2020, 2021, 2022, 2023, 2024), tetapi pada tahun 2025 terdapat sedikit kekurangan tegangan untuk memenuhi standar, kurangnya sebesar 23 volt. (19,2 kV, 19,157 kV, 19,106 kV, 19,063 kV, 19,02 kV, 18,977 kV).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Kelompok Pembakuan Bidang Distribusi dan Kelompok Kerja Konstruksi Distribusi, SPLN 72. 1987. *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) Dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*, Jakarta: Departemen Pertambangan Dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- PT. PLN (Persero). 2010. Buku 1 *Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero).
- PT. PLN (Persero). 2010. Buku 5 *Standar Kontruksi Jaringan Tegangan Menengah*, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero).
- SPLN 41-8, Kelompok Pembakuan Bidang Distribusi, Kelompok Kerja Kabel Listrik dan Lima Anggota Ahli Kabel: 1981, *Hantaran Aluminium Campuran AAAC*, Jakarta: PT PLN (PERSERO).
- SPLN 41-10, Kelompok Pembakuan Bidang Distribusi dan Kelompok Kerja Kabel Listrik: 1991, *Penghantar Aluminium Paduan Berselubung Polietilen Ikat Silang (AAAC-S)*, Jakarta: PT PLN (PERSERO).
- SPLN 43-5-2. 1995. Kelompok Pembakuan Distribusi dan Kelompok Kerja Kabel Listrik: 1995, *Kabel Pilin Udara Berisolasi XLPE dan Berselubung PVC Berpegantung Kawat Baja Dengan Tegangan Pengenal 12/20 (24) kV*, Jakarta: PT PLN (PERSERO).
- Hasan Basri. 1997. *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Jakarta: ISTN.
- Sunaya IN, IG. Suputra Widharma, IM. Sajayasa. 2017. Analisis Posisi Recloser Terhadap Keandalan Kinerja Penyulang Sempidi Berbasiskan Software ETAP Powerstation. *Logic 17* (3). 136-141
- PT PLN (Persero), *Statistik PLN 2018*, Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero), 2018.
- Krismanto Awan Uji. 2019. *Modul Pelatihan ETAP*, Malang:ITNM.
- Kadir, Abdul. 2001. "Distribusi dan Utilasi Tenaga Listrik", Cetakan Pertama Universitas Indonesia.
- Sutawan, Made Gama. 2019. "Perbandingan penggantian penghantar AAAC pada penyulang Panji menggunakan AAAC-S atau MVTIC," Ph.D. Dissertation, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, Bali.