

PERHITUNGAN DROP TEGANGAN SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE ALIRAN DAYA

I Made Agus Mahardiananta¹, Putu Aries Ridhana Arimbawa², Dewa Ayu Sri Santiar³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektromedik, Fakultas Bisnis Teknologi Sosial dan Humaniora, Universitas Bali Internasional

Jl. Seroja, Gang Jeruk, Kelurahan Tonja Denpasar Utara, Bali 80239 Bali, Indonesia

e-mail: agusmahar28@yahoo.com¹, aris.ridhana@yahoo.com², dwayusanti@gmail.com³

Received : December, 2019

Accepted : April, 2020

Published : April, 2020

Abstract

Voltage drop is an event where when the voltage distribution occurs the voltage drops at some consumer points. the amount of voltage received is not the same as the voltage sent. One of the causes of the large drop is the increase in electricity load. Hospital X is one of the hospitals in the island of Bali. This hospital was built in 1956 and operates until now. It is certain that with the development of RS X the need for electrical energy has also increased. Equipment that uses electrical energy has certainly also increased in number. This causes one room to be overloaded compared to another room which causes an unbalanced load and this is one of the factors causing the voltage drop. The method used in calculating the voltage drop is the method of power flow (Load Flow), in this method the ETAP 16.0 software is used to get the Voltage Drop Value. As for the results obtained after repairing the voltage drop according to PLN 1: 1978 standard by adding bank capacitors in ETAP 16.0 simulation on Powerhouse 3 transformer to 0.9%, W1 transformer to 1.61%, Outlet 1 transformer to 0.98%, Transformer2 Outlet1 to 0.82%, Outlet1 transformer to 0.27%, Outlet2 transformer to 1.52%, Outlet1 transformer to 1.31%, Outlet5 transformer to 1.68%, Outlet5 transformer to 1.04%, Outlet5 transformer to 1.31%, Outlet5 transformer to 1.68%, Outlet5 transformer to 1.04%, Outlet5 transformer to 1.31%, Outlet5 transformer to 1.68%, Outlet5 transformer to 1.04%, Outlet5 transformer to 1.31%, Outlet5 transformer to 1.68%, Outlet5 transformer to 1.04%, Outlet5 transformer to 131% 1.04%, Gerai4 Transformer 1 becomes 1.52%, and Gerai4 Transformer 3 becomes 1.33%.

Keywords: drop voltage, load flow

Abstrak

Drop tegangan merupakan peristiwa dimana saat pendistribusian tegangan listrik terjadi penurunan tegangan pada beberapa titik konsumen. besarnya tegangan yang diterima tidak sama dengan tegangan yang dikirim. Salah satu penyebab besarnya drop adalah bertambahnya beban listrik. RS X merupakan salah satu Rumah Sakit yang ada di pulau Bali. Rumah Sakit ini mulai dibangun pada tahun 1956 dan beroperasi sampai saat ini. Sudah dapat dipastikan dengan berkembangnya RS X kebutuhan akan energi listrik juga bertambah. Peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik sudah pasti juga mengalami peningkatan jumlah. Hal ini menyebabkan pada satu ruangan bisa mengalami kelebihan beban dibanding dengan ruangan lain yang menyebabkan ketidakseimbangan beban dan ini merupakan salah satu faktor penyebab dari drop tegangan. Metode yang digunakan dalam menghitung drop tegangan yaitu metode aliran daya (Load Flow), dalam metode ini digunakan software ETAP 16.0 untuk mendapatkan Nilai Drop Tegangan. Adapun hasil yang didapatkan setelah dilakukan perbaikan drop tegangan sesuai standar PLN 1:1978 dengan menambahkan kapasitor bank pada simulasi ETAP 16.0 pada Trafo 3 Powerhouse menjadi 0,9%, Trafo W1 menjadi 1,61%, Trafo1 Gerai1 menjadi 0,98%,

Trafo2 Gerai1 menjadi 0,82%, Trafo1 Gerai2 menjadi 0,27%, Trafo2 Gerai2 menjadi 1,52%, Trafo1 Gerai3 menjadi 1,31%, Trafo1 Gerai5 menjadi 1,68%, Trafo2 Gerai5 menjadi 1,04%, Trafo3 Gerai5 menjadi 1,04%, Trafo1 Gerai4 menjadi 1,52%, dan Trafo3 Gerai4 menjadi 1,33%.

Kata Kunci: drop tegangan, load flow

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi maka permintaan kebutuhan energi listrik akan bertambah juga [1]. Hingga saat ini, energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang utama untuk mendukung aktivitas tersebut. Pemanfaatan energi listrik yang ada harus diimbangi dengan menjaga kualitas dan keandalan energi listrik itu sendiri. Upaya yang diperlukan untuk memenuhi pertumbuhan energi listrik tidak hanya memenuhi permintaan daya yang meningkat setiap tahun tetapi juga memperbaiki mutu kualitas dari energi listrik itu sendiri [2]. Suatu sistem tenaga listrik dikatakan memiliki tingkat keandalan yang tinggi apabila sistem tersebut mampu menyediakan pasokan energi listrik yang dibutuhkan oleh konsumen secara kontinyu dan dengan kualitas daya yang baik dari segi regulasi tegangan maupun regulasi frekuensinya [3]. Pada pengoperasian sistem tenaga listrik diperlukan kualitas dan tingkat keandalan yang baik, salah satunya adalah tegangan yang sampai ke pelanggan tidak mengalami drop tegangan atau tegangan turun di bawah standarisasi dari PLN [4].

Faktor kualitas energi listrik ditentukan dari pusat pembangkitan yang terdiri dari generator dan trafo step up, saluran transmisi yang bertegangan tinggi/ekstra tinggi dan pada jaringan distribusi. Pengaturan tegangan dan turun tegangan menurut SPLN No.72 tahun 1987 yaitu "turun tegangan yang diperbolehkan pada JTM dan JTR adalah 2% dari tegangan kerja untuk sistem spindle /gugus dan 5% dari tegangan kerja yaitu untuk sistem radial di atas tanah dan sistem simpul tergantung kepadatan beban" [5].

Permasalahan listrik yang sering dirasakan oleh masyarakat adalah masalah drop tegangan. Drop tegangan atau jatuh tegangan merupakan peristiwa dimana saat pendistribusian tegangan listrik terjadi penurunan tegangan pada beberapa titik, sehingga besarnya tegangan yang diterima tidak sama dengan tegangan yang dikirim [6]. Dalam perhitungan drop

tegangan ada beberapa metode yang digunakan, salah satunya metode aliran daya, yang dapat diartikan sebagai perhitungan daya aktif dan reaktif yang mengalir dalam setiap saluran dan besar serta sudut fasa tegangan setiap bus dari suatu sistem dengan pembangkitan serta kondisi beban yang tertentu yang dianggap konstan (steady state) [7].

RS X merupakan salah satu rumah sakit yang ada di pulau Bali. Rumah Sakit ini mulai dibangun pada tahun 1956. Sudah dapat dipastikan dengan berkembangnya RS X kebutuhan akan energi listrik juga bertambah. Peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik sudah pasti juga mengalami peningkatan jumlah. Ini menyebabkan pada satu ruangan bisa mengalami kelebihan beban dibanding dengan ruangan yang lain. Dari pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan tegangan di beberapa ruangan hanya 100 – 120 volt, istilah ini disebut dengan drop tegangan. Keadaan ini dapat menyebabkan peralatan pada RS X menjadi cepat rusak.

Berdasarkan dari uraian latar belakang diatas maka, dalam menyelesaikan penelitian ini diperlukan perhitungan drop tegangan pada sistem distribusi. Pada penelitian ini kami akan menggunakan bantuan program ETAP 16.0 untuk membuat simulasi Aliran Daya untuk mendapatkan Nilai Drop Tegangannya.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini ialah berbentuk deskriptif kuantitatif dengan simulasi menggunakan bantuan program ETAP 16.0. Variabel yang dicari pada penelitian ini adalah nilai drop tegangan dengan mencari data di RS X. Dimana dalam penelitian ini apakah hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan standar PLN, sehingga sistem memiliki dengan kualitas yang baik.

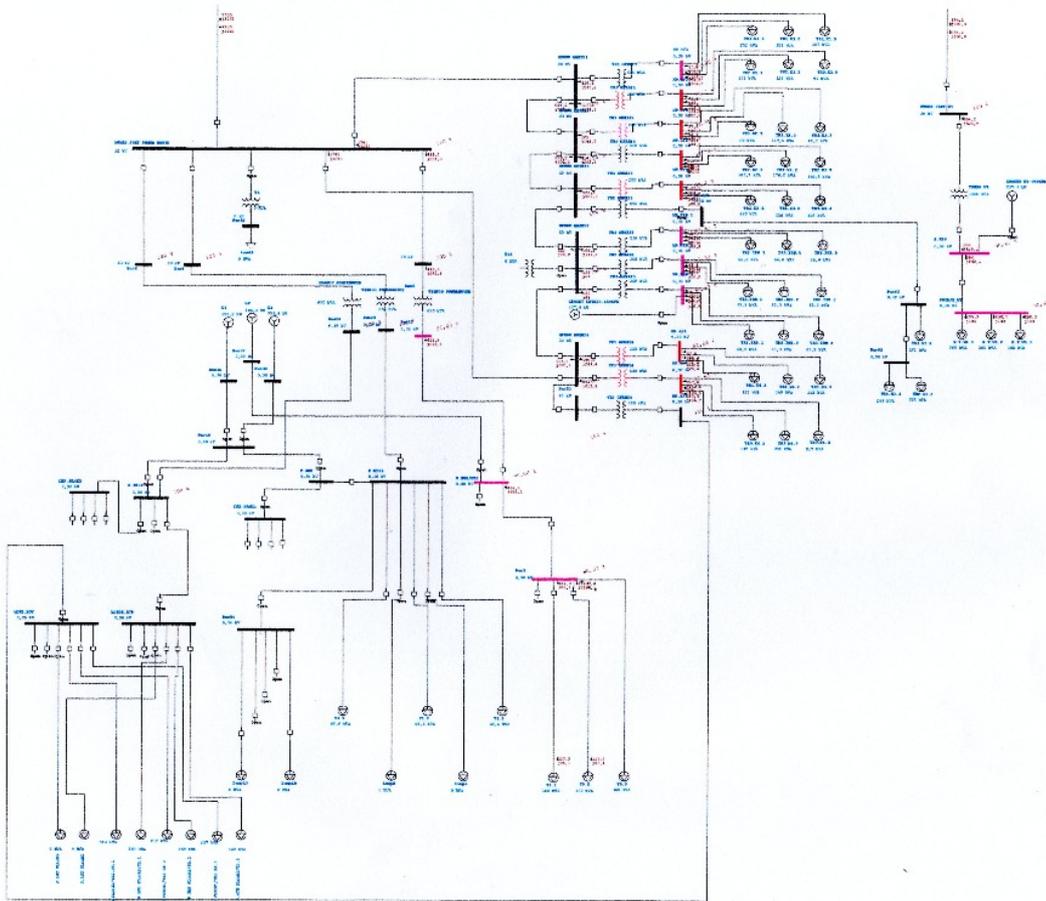
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Data penelitian ini dilakukan dengan

pengukuran konsumsi energi listrik di Rumah sakit X di bali. Hasil pengukuran dimasukkan pada simulasi aliran daya (*load flow*)

menggunakan *Software* ETAP 16.0. Adapun hasil simulasi yang didapatkan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Eksisting simulasi aliran daya menggunakan ETAP 16.0.

Hasil Running Load Flow pada ETAP 16.0 didapatkan hasil, Jika bus berwarna merah artinya level tegangan dalam kondisi kritis, Jika bus berwarna merah muda artinya level tegangan masih dalam batas marginal dan Jika bus berwarna hitam artinya level tegangan bus pada kondisi baik sesuai dengan standar PLN yaitu drop tegangan yang diperbolehkan maksimum +5% dan minimum -10% [8]. Dari hasil simulasi didapat hasil persentase eksisting drop tegangan seperti tabel 1 berikut ini:

Trafo W1	3,55	Merah muda
Trafo 1 Gerai 1	3,55	Merah muda
Trafo 2 Gerai 1	8,30	Merah
Trafo 1 Gerai 2	5,31	Merah
Trafo 2 Gerai 2	5,26	Merah
Trafo 1 Gerai 3	13,60	Merah
Trafo 1 Gerai 5	4,18	Merah muda
Trafo 2 Gerai 5	4,18	Merah muda
Trafo 3 Gerai 5	4,18	Merah muda
Trafo 1 Gerai 4	8,94	Merah
Trafo 3 Gerai 4	8,38	Merah

Tabel 1: Kondisi drop tegangan saat eksisting

Nama Trafo	Drop Tegangan (Eksisting) (%)	Warna Bus
Trafo 3 Powerhouse	3,96	Merah muda

Berdasarkan hasil Running Load Flow pada ETAP 16.0 eksisting pada Tabel 1 masih banyak bus berwarna merah muda dan merah yang menandakan pada bus tersebut mengalami drop tegangan. Menurut Standar PLN 1:1978 tentang tegangan-tegangan standar, drop

tegangan yang diperbolehkan maksimum +5% dan minimum -10% [8].

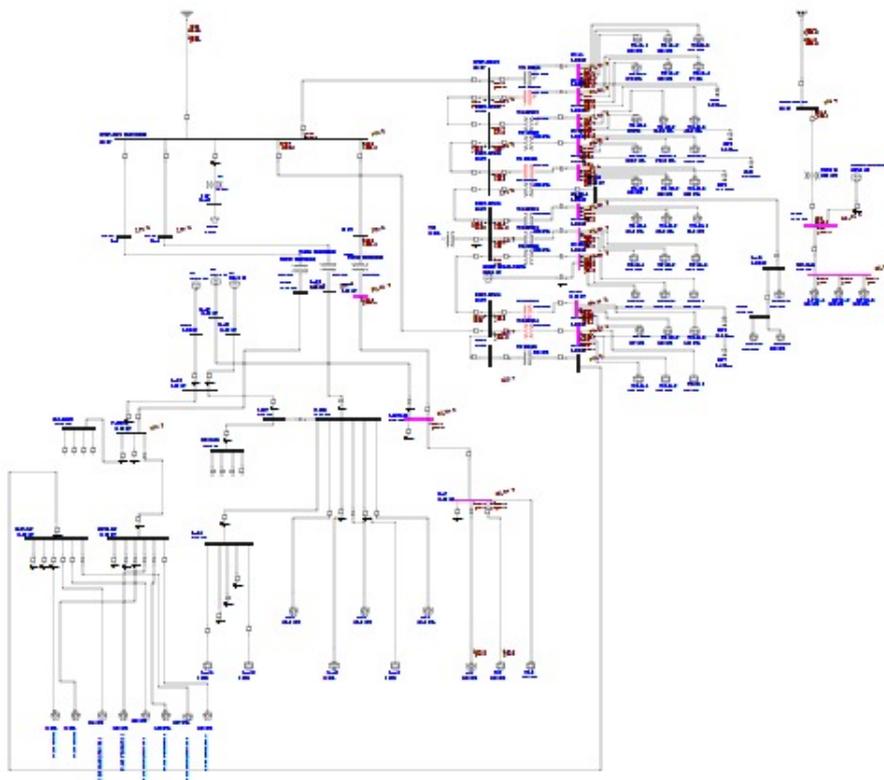
3.2 Pembahasan

Untuk memenuhi standar dari PLN dalam mengatasi drop tegangan dapat dilakukan pemasangan atau penambahan kapasitor bank pada bus-bus yang mengalami drop tegangan [9]. Kapasitas Kapasitor Bank yang dipasang berbeda- beda sesuai dengan drop tegangan di masing-masing bus. Untuk mendapatkan kondisi bus berada pada batas marginal maka kapasitas kapasitor bank yang dipasang sesuai dengan tabel 2 berikut ini:

Tabel 2: Kapasitas Kapasitor Bank untuk kondisi bus berada pada batas marginal

Nama Trafo	Kapasitor (MVar)
Trafo 2 Gerai 1	0,2
Trafo 1 Gerai 2	0,1
Trafo 2 Gerai 2	0,1
Trafo 1 Gerai 3	0,4
Trafo 1 Gerai 4	0,2
Trafo 3 Gerai 4	0,4

Berdasarkan penambahan kapasitor bank pada bus sesuai dengan tabel 2 didapatkan hasil Running Load Flow yang berbeda. Dinama dalam penambahan kapasior bank didapatkan hasil drop tengangan pada bus menurun. Hasil simulasi tersebut ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. hasil Running Load Flow setelah penambahan kapasitor bank

Hasil Running Load Flow pada ETAP 16.0 didapatkan hasil bus berwarna merah muda yang artinya level tegangan masih dalam batas marginal. Kondisi ini masih dalam batasan maksimum standar drop tegangan PLN yang sesuai dengan SPLN no 72 [8]. Hasil persentase reseting drop tegangan dengan penambahan kapasitor bank ditunjukkan dengan tabel 3 berikut ini:

Tabel 3: Hasil persentase reseting drop tegangan dengan penambahan kapasitor bank

Nama Trafo	Kapasitor (MVar)	Drop Tegangan (%)	
		Eksisting	Reseting
Trafo 2 Gerai 1	0,2	8,30	3,43
Trafo 1 Gerai 2	0,1	5,31	2,85
Trafo 2	0,1	5,26	4,04

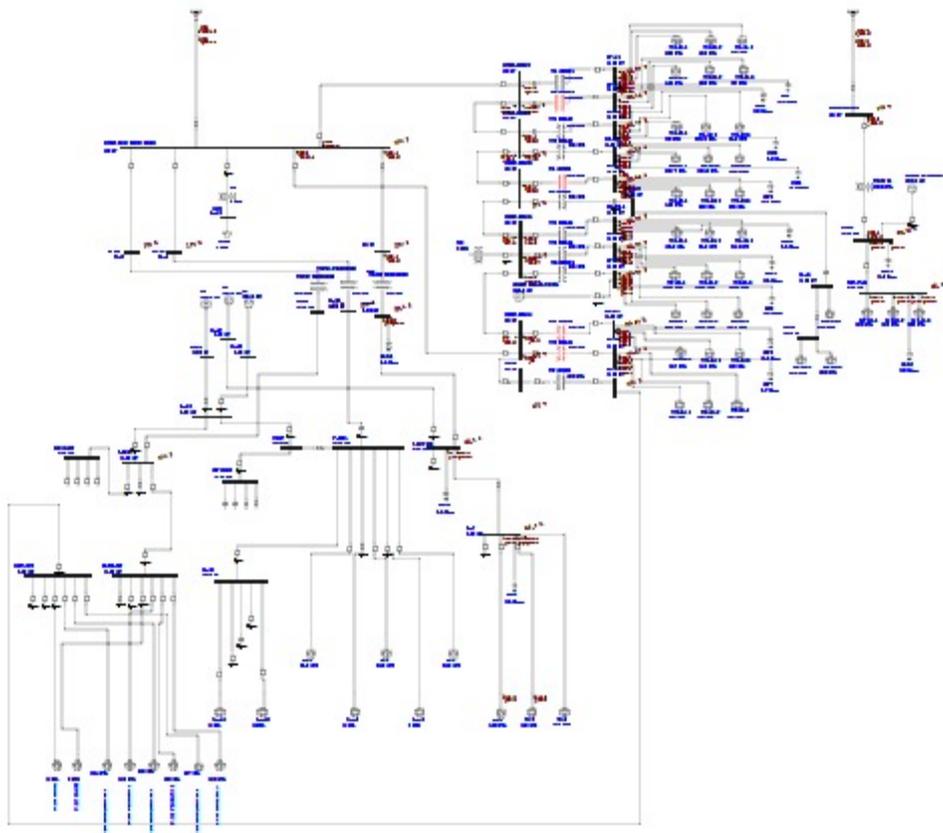
Gerai 2			
Trafo 1 Gerai 3	0,4	13,60	4,00
Trafo 1 Gerai 4	0,2	8,94	4,11
Trafo 3 Gerai 4	0,4	8,38	4,47

Perbaikan drop tegangan dengan pemasangan kapasitor bank merupakan suatu investasi yang memerlukan biaya yang sangat besar [10]. Untuk mendapatkan hasil dengan level tegangan bus pada kondisi baik sesuai dengan standar PLN yaitu drop tegangan yang diperbolehkan maksimum +5% dan minimum -10% [8]. Pada hasil Running Load Flow pada ETAP 16.0 akan didapatkan bus akan berwarna hitam. Untuk mendapatkan kondisi level tegangan seperti ini maka kapasitas kapasitor bank yang dipasang sesuai dengan tabel 4 berikut ini:

Tabel 4: Kapasitas Kapasitor Bank untuk kondisi bus yang ideal

Nama Trafo	Kapasitor (MVar)
Trafo 3 Powerhouse	0,1
Trafo W1	0,2
Trafo 1 Gerai 1	0,3
Trafo 2 Gerai 1	0,3
Trafo 1 Gerai 2	0,2
Trafo 2 Gerai 2	0,3
Trafo 1 Gerai 3	0,5
Trafo 1 Gerai 5	0,1
Trafo 2 Gerai 5	0,1
Trafo 3 Gerai 5	0,1
Trafo 1 Gerai 4	0,3
Trafo 3 Gerai 4	0,7

Berdasarkan penambahan kapasitor bank pada bus sesuai dengan tabel 4 didapatkan hasil Running Load Flow yang berbeda. Dimana dalam penambahan kapasitor bank didapatkan hasil drop tegangan pada bus menurun. Hasil simulasi tersebut ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. hasil Running Load Flow setelah penambahan kapasitor bank untuk mendapatkan kondisi yang ideal

Hasil Running Load Flow pada ETAP 16.0 didapatkan hasil bus berwarna hitam yang

artinya level tegangan bus pada kondisi baik/ideal sesuai dengan standar PLN yaitu

drop tegangan yang diperbolehkan maksimum +5% dan minimum -10% [8]. Hasil persentase resetting drop tegangan dengan penambahan

kapasitor bank ditunjukkan dengan tabel 5 berikut ini:

Tabel 5: Hasil persentase resetting drop tegangan dengan penambahan kapasitor bank

Nama Trafo	Kapasitor (MVar)	Drop Tegangan (%)	
		Eksisting	Reseting
Trafo 3 Powerhouse	0,1	3,96	0,90
Trafo W1	0,2	3,55	1,61
Trafo 1 Gerai 1	0,3	3,55	0,98
Trafo 2 Gerai 1	0,3	8,30	0,82
Trafo 1 Gerai 2	0,2	5,31	0,27
Trafo 2 Gerai 2	0,3	5,26	1,52
Trafo 1 Gerai 3	0,5	13,60	1,31
Trafo 1 Gerai 5	0,1	4,18	1,68
Trafo 2 Gerai 5	0,1	4,18	1,04
Trafo 3 Gerai 5	0,1	4,18	1,04
Trafo 1 Gerai 4	0,3	8,94	1,52
Trafo 3 Gerai 4	0,7	8,38	1,33

4. KESIMPULAN

Dari hasil Running Load Flow pada ETAP 16.0 hasil presentase resetting drop tegangan dengan penambahan kapasitor bank drop tegangan menjadi lebih kecil dan sesuai dengan aturan SPLN no. 72 tahun 1987. Direkomendasikan pada penelitian berikutnya untuk menghitung faktor daya di RS X.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pabowo. A.T., Winardi. B., Handoko S. "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV Pada Peyulang Pekalongan 8 dan 11," *Transient.*, vol. 2 No. 4, ISSN. 2302-9927, 2013
- [2] Handajadi, Wiwik. "Managemen Energi Upaya Peningkatan Kualitas Daya Listrik Dalam Industri Rumah Tangga," *The 2nd University Reaserch Coloquium.*, ISSN. 2407-9189. 2015
- [3] Andi, Pawawoi. "Analisis Kedip Tegangan (voltage sags) Akibat Pengasutan Motor Induksi Dengan Berbagai Metode Pengasutan Studi Kasus di PT. Ababisat Raya," *Jurnal Teknik.*, vol. 1 No. 32, ISSN. 0854-8471, 2009.
- [4] Erhaneli. Riski. A. "Pengaruh Penambahan Jaringan Terhadap Drop Tegangan Pada SUTM 20kV Feeder Kersik Tuo Rayon Kersik Tuo Kabupaten Kerinci," *Jurnal*

- Momentum., vol. 15 No. 2, ISSN. 1693-752X, 2013
- [5] Sonixtus, Radita. "Estimasi Rugi-rugi Energi Pada Sistem Distribusi Radial 20 kV Dengan Menggunakan Pendekatan Aliran Daya Pada Program ETAP Power Station 4.0.0 Studi Kasus: Sistem Distribusi Jawa Timur Penyulang GI Waru," Surabaya: Universitas Kristen Petra.2008.
- [6] Suartika, Made. "Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Untuk Memperbaiki Drop Tegangan di Daerah Banjar Tulangnyuh Klungkung," *Majalah Teknologi Elektro.*, vol. 175 No. 2, 2010.
- [7] Elias. K. "Dampak Pemasangan Distributed Generation Terhadap Rugi-rugi Daya., *Jurnal Ilmiah Foristek.*, Vol. 2 No.21.2012.
- [8] *SPLN No, 1 Tentang Tegangan-Tegangan Standar Jakarta: Perusahaan Listrik Negara*, 1987.
- [9] Hermanto, dkk. "Perbaikan Jatuh Tegangan Pada Feeder Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20kV Teluk Kuantan Riau," *Jom FTeknik.*, vol. 4 No. 1.2017.
- [10] Syamsudin. N, Saputera. "Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank.," *Jurnal Poros Teknik* Vol. 6 No. 2, 2014.