

PERBAIKAN JATUH TEGANGAN DENGAN REPOSISI TRAFO UNTUK SAMBUNGAN RUMAH PELANGGAN

Bambang Winardi^{*)}

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}E-mail: bbwinar@gmail.com

Abstrak

Sambungan rumah adalah titik akhir dari pelayanan listrik kepada konsumen, sehingga potret pelayanan dapat dilihat dari mutu tegangan dan tingkat keandalan dari sisi sambungan rumah. Dalam hal ini penulis menemukan sebuah kasus nyata sampel di lapangan mengenai sambungan rumah yang tidak sesuai dengan standar yang berlaku dan layak untuk dibahas dan direncanakan solusi perbaikan jaringannya. Jumlah tarikan sambungan rumah yang tidak standar ini menyebabkan tegangan rumah mengalami jatuh tegangan. Hasil pengukuran pada waktu beban puncak adalah 175 V, persentasenya adalah 20,5%. Padahal tegangan jatuh yang diijinkan adalah maksimal 198 V, persentasenya adalah 10%. Dengan melihat keadaan yang terjadi di lapangan, maka suatu solusi untuk perbaikan jaringan dirancang. Hasil pengukuran tegangan secara langsung pada konsumen didapatkan sebesar 175 V, sedangkan jatuh tegangan dengan menggunakan software ETAP 12.6.0 sebesar 168 V dengan persentase jatuh tegangan antara 9,09% -22,72%. Setelah dilakukan penataan ulang pada jaringan, dengan bantuan software ETAP 12.6.0 diperoleh tegangan konsumen sebesar 202,6 V-206,6 V dan persentase jatuh tegangan sebesar 1,81% - 3,63%. Hal ini menunjukkan bahwa rencana perbaikan yang dilakukan sudah memenuhi standar yang berlaku.

Kata kunci : tegangan jatuh, perbaikan jaringan, software ETAP 12.6.0

Abstract

Home connection is the end point of the electricity service to the consumer, so that the portrait of service can be seen from the quality of the voltage and the level of reliability from the side of the home connection. In this case the authors found a real sample case in the field of home connections that did not fit the standards that deserved to be discussed and planned for network repair solutions. The amount of non-standard connection of the house connection causes the house voltage to experience a voltage drop. The measurement result at peak load time is 175 V, the percentage is 20.5%. Whereas the allowable drop voltage is a maximum of 198 V, the percentage is 10%. By looking at the circumstances that occur in the field, then planned solutions for network repair. The voltage on the consumer as a result of the measurement directly obtained a voltage of 175 V, while the voltage drop using ETAP 12.6.0 software was 168 V with the percentage of voltage drop between 9.09% -22.72%. After rearranging the network, with the help of ETAP 12.6.0 software, consumer voltage was obtained at 202.6 V-206.6 V and the voltage drop percentage was 1.81% - 3.63%. This indicates that the planned repairs carried out already meet the applicable standards.

Keyword : voltage drop, network improvement, software ETAP 12.6.0

1. Pendahuluan

Salah satu syarat baiknya penyaluran tenaga listrik adalah nilai tegangan yang konstan [1]. Untuk sistem penyaluran daya listrik pada PT PLN, kenaikan tegangan yang diijinkan adalah sebesar 5% dan penurunan tegangan sebesar 10%. Untuk tegangan rendah satu fasa minimal tegangan yang diijinkan adalah 198 volt [2,3].

Berdasarkan ketentuan PLN untuk jaringan tegangan rendah, jarak antar tarikan pada saluran rumah (SR) tidak boleh melebihi 30 meter dengan jumlah tarikan tidak melebihi 5 buah rumah. Ketentuan tersebut harus dipenuhi,

karena jika tidak akan mengakibatkan jatuh tegangan pada sistem tersebut [4].

Sambungan rumah (SR) adalah titik akhir dari pelayanan listrik kepada konsumen, sehingga potret pelayanan dapat dilihat dari mutu tegangan dan tingkat keandalan dari sisi sambungan rumah [5]. Dalam hal ini, penulis menemukan sebuah kasus nyata sampel di lapangan yang sangat layak untuk dibahas dan direncanakan solusi perbaikan jaringannya.

Jumlah tarikan sambungan rumah pada lokasi studi kasus di Dusun Tamansari, Desa Payung, Kecamatan Weleri

adalah tidak standar karena taikan sambungan rumah disini mencapai 14 tarikan yang standarnya 5 tarikan. Jaraknya pun cukup jauh yaitu 255 meter yang standarnya hanya 150 meter [3, 4].

Dari kasus tersebut, penulis akan menghitung jatuh tegangan yang dihasilkan dan mensimulasikan sambungan rumah yang tidak standar tersebut pada software ETAP 12.6.0 serta kemudian merencanakan solusi rencana perbaikan jaringan yang dapat dilakukan oleh PLN untuk menangani permasalahan di lokasi studi kasus tersebut [6,7].

Pengamatan mengenai perbaikan jaringan pada jaringan tegangan rendah sebelumnya sudah pernah ada. Dalam penelitian di Kawasan Cempaka Putih Jakarta, susut yang diamati adalah susut di kawasan industry [8]. Pada penelitian di Kota Tahuna [9,10], susut yang dibahas adalah susut daya teknis yang dikelompokkan sesuai golongan konsumen. Dan solusi yang diajukan dalam karya tersebut adalah monitoring peralatan listrik untuk menghindari terjadinya beban puncak pada satu waktu. Sedangkan pada penelitian ini yang dibahas adalah jatuh tegangan di pelanggan pada daerah pedesaan dengan karakteristik beban yang tidak terlalu besar. Dan solusi yang ditawarkan pada penelitian ini adalah perbaikan jaringan tegangan rendah untuk meningkatkan kualitas tegangan.

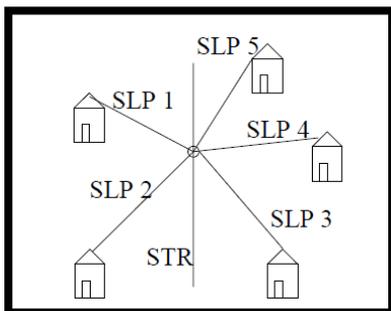
2. Metode

2.1. Standar Sambungan Rumah

Sambungan rumah merupakan bagian terakhir dari sistem distribusi tenaga listrik. Dari sambungan inilah nantinya konsumen mendapatkan suplai tenaga listrik yang akan dipakai untuk keperluan sehari – hari. Maka dari itu pemasangan sambungan rumah seharusnya sesuai standar yang telah ditentukan PLN karena dari sambungan rumah ini nantinya akan terlihat kualitas dari penyaluran energi listrik oleh konsumen.

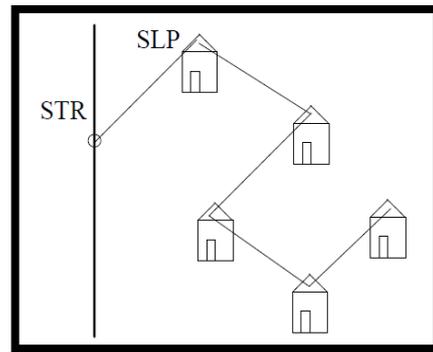
Pada Standar Konstruksi Jaringan Distribusi PLN disebutkan bahwa pada Jaringan Tegangan Rendah 380/220V ada beberapa ketentuan dan standar yang harus diperhatikan. Ketentuan – ketentuan tersebut adalah [3]:

1. Pada satu tiang saluran tegangan rendah (STR) dapat disambung maksimal lima sambungan layanan pelanggan (SLP) (Gambar 1).



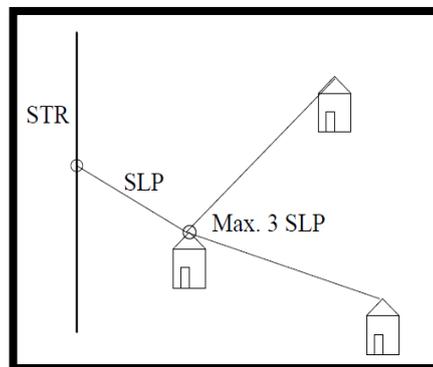
Gambar 1. Standar Sambungan

2. Dalam satu Sambungan Layanan Pelanggan (SLP), dapat disambung maksimum 5 pelanggan (Gambar 2).



Gambar 2. Standar Sambungan

3. Pada sambungan Satu Tiang Atap, maksimum dapat disambung tiga Sambungan Layanan Pelanggan (Gambar 3).



Gambar 3. Standar Sambungan

2.2. Jatuh Tegangan pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Besarnya jatuh tegangan yang diperbolehkan pada sistem tenaga listrik, disebutkan sebagai berikut [2, 3, 11, 12]:

1. Jatuh tegangan pada jaringan tegangan menengah 2% - 5%
2. Jatuh tegangan pada transformator distribusi diperbolehkan 3% dari tegangan kerja
3. Jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah diperbolehkan maksimal 4% dari tegangan kerja
4. Jatuh tegangan pada sambungan rumah diperbolehkan 1% dari tegangan nominal.

Perhitungan presentase jatuh tegangan menggunakan persamaan berikut [12]:

$$\Delta V = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

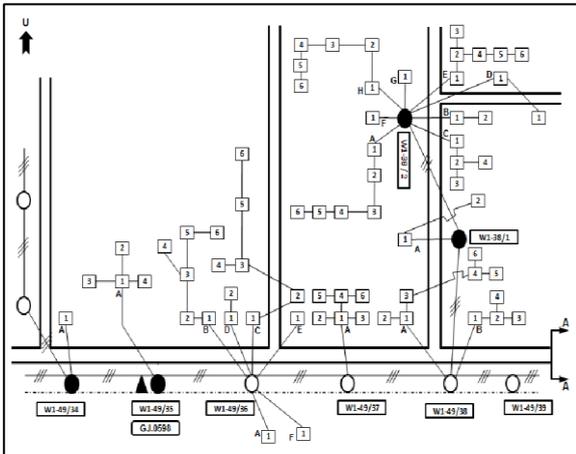
$$V_s = \text{Tegangan sumber / tegangan PLN 220 V}$$

$$V_r = \text{Tegangan terima / tegangan di konsumen}$$

(volt)

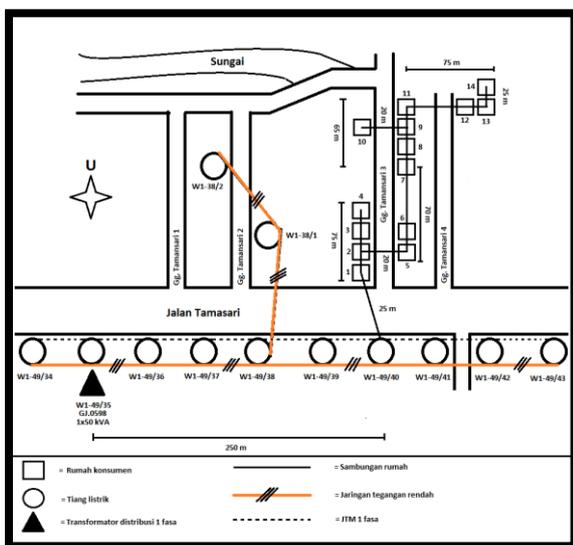
2.3. Kondisi Jaringan

Lokasi Penelitian terletak di Dusun Tamansari, Desa Payung, Kecamatan Weluri, Kendal pada konsumen yang tersambung pada tiang nomor W1-49/40. Gambar 4 menunjukkan kondisi jaringan yang dimaksud.



Gambar 4. Kondisi Jaringan

Pada jaringan eksisting terdapat 12 buah tiang yang digunakan untuk menyuplai tenaga listrik dengan jarak antar tiang 50 – 60 meter. Sambungan rumah yang ditarik pada masing – masing tiang berjumlah 1 – 6 tarikan namun pada salah satu tarikan sambungan rumah di tiang W1-49/40 terdapat tarikan yang melebihi batas standar yaitu 14 tarikan yang standar tarikan sambungan rumah sebenarnya adalah 5 tarikan. Panjang sambungan rumah tersebut pun cukup panjang yaitu mencapai 255 meter yang standar maksimalnya adalah 150 meter. Kondisi tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tarikan pada Tiang W1-49/40

2.4. Pengukuran Tegangan Pada Pelanggan

Survey tegangan pelanggan yang dilakukan penulis dengan melakukan pengukuran tegangan pada setiap tiang listrik yang menyuplai listrik keluaran dari trafo di gardu GJ.0598. Pengukuran sampel tegangan pelayanan pada tiang listrik dilakukan di pangkal sambungan rumah dan di ujung sambungan rumah yaitu pada rumah pertama dan terakhir pada tarikan yang tersambung di masing – masing tiang. Pengukuran dilakukan pada saat beban puncak pukul 19.00 WIB.

3. Hasil dan Analisis

3.1. Perhitungan Jatuh Tegangan pada Jaringan Eksisting

Jatuh tegangan merupakan selisih tegangan antara tegangan yang dikirim dengan tegangan yang diterima. Pada jaringan eksisting tegangan pelayanan pada salah satu ujung sambungan rumah yaitu tarikan dari tiang W1-49/40 adalah 175 volt. Hal ini terjadi dikarenakan penarikan sambungan rumah yang tidak memperhatikan standar. Salah satu tarikan dari tiang W1-49/40 ditarik sebanyak 14 pelanggan yang jarak antara tiang dengan ujung sambungan rumah pelanggan pun sampai 255 meter. Data tegangan pelayanan di lokasi studi kasus ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tegangan Pelayanan Hasil Pengukuran

ID Pelanggan	Daya Terpasang	Tegangan Pelayanan
an. Sodikin	450 VA	195 V
an. Sugiri	450 VA	192 V
an. Kasmadi	450 VA	188 V
an. Jamjuri	900 VA	186 V
an. Sukaemi	450 VA	186 V
an. Musanah	450 VA	184 V
an. Kamaidi	450 VA	181 V
an. Kamilin	450 VA	180 V
an. Suratmi	450 VA	179 V
an. Nasori	1300 VA	176 V
an. Sri Suyati	900 VA	177 V
an. Sudar	450 VA	176 V
an. Sanusi	450 VA	176 V
an. Jumiatur	450 VA	175 V

Dengan data pengukuran tersebut maka kita dapat menghitung besarnya presentase jatuh tegangan konsumen, perhitungan presentase jatuh tegangan dapat menggunakan persamaan (1).

Perhitungan persentase jatuh tegangan pada konsumen 1:

$$\Delta V = \frac{220-195}{220} \times 100\% = 11,4 \%$$

Perhitungan untuk konsumen yang lain ditunjukkan pada Tabel 2.

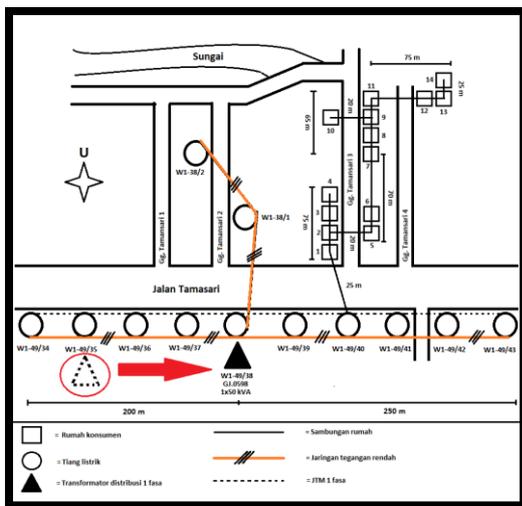
Tabel 2. Persentase Jatuh Tegangan Konsumen

ID Pelanggan	Tegangan Sumber	Tegangan Pengukuran	ΔV (%)
an. Sodikin	220	195 V	11,4
an. Sugiri	220	192 V	12,8
an. Kasmadi	220	188 V	14,5
an. Jamjuri	220	186 V	15,5
an. Sukaemi	220	186 V	15,5
an. Musanah	220	184 V	16,4
an. Kamaidi	220	181 V	17,8
an. Kamilin	220	180 V	18,2
an. Suratmi	220	179 V	18,7
an. Nasori	220	176 V	20
an. Sri Suyati	220	177 V	19,5
an. Sudar	220	176 V	20
an. Sanusi	220	176 V	20
an. Jumiatun	220	175 V	20,5

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa jatuh tegangan di pelanggan berkisar antara 11,4 % – 20,5 %, yang berada di bawah standar yang ditetapkan PLN (10%). Dengan demikian, tegangan pelayanan pada jaringan eksisting di Dusun Tamansari, Desa Payung, Kecamatan Weleri adalah di bawah standar dan perlu dilakukan perbaikan guna memperbaiki kualitas tegangan pelayanan.

3.2. Perbaikan Jaringan Eksisting

Dengan kondisi eksisting yang di bawah standar PLN, maka diperlukan perbaikan jaringan guna meningkatkan kualitas tegangan pada lokasi studi kasus. Pada dasarnya perbaikan ini dilakukan dengan memindahkan transformator, perluasan jaringan tegangan rendah serta memperbaiki tarikan sambungan rumah.



Gambar 6. Pemindahan Transformator

3.2.1. Pemindahan Transformator

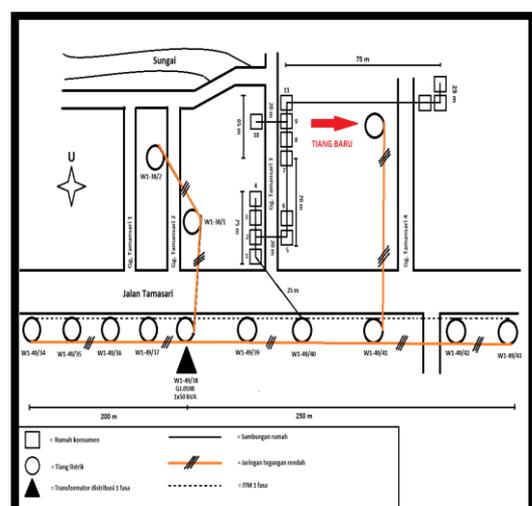
Pada lokasi kasus transformator terletak pada tiang W1-49/35 yang mana tiang ini berada pada ujung jaringan. Letak transformator yang berada pada ujung jaringan ini

tentu mengakibatkan jarak sumber tegangan terlalu jauh dengan ujung jaringan yang lain. Jarak transformator dengan ujung tiang jaringan tegangan rendah yaitu tiang W1-49/43 adalah 400 meter. Karena jarak yang terlalu jauh ini maka transformator perlu dipindahkan pada tengah jaringan yaitu pada pusat beban agar dapat menjangkau semua konsumen dengan lebih baik. Untuk itu transformator perlu dipindahkan ke tiang W1-49/38 (Gambar 6). Tiang ini berada pada pusat beban dan berada pada tengah jaringan tegangan rendah.

3.2.2. Perluasan Jaringan Tegangan Rendah

Pada jaringan eksisting terdapat 12 tiang yang menyuplai tenaga listrik keluaran dari transformator. Tiang – tiang tersebut melayani 107 konsumen dengan daya rata – rata 450 VA. Pada tiang W1-49/40 terdapat 18 konsumen yang dibagi menjadi 4 tarikan. Pada salah satu tarikan ini terdapat 14 sambungan, yang diduga kuat mengakibatkan jatuh tegangan pada konsumen, karena melebihi aturan pemasangan.

Perluasan jaringan tegangan rendah akan dilakukan dengan penambahan tiang yang ditanam di sebelah Gang Tamansari 4. Tiang dan jaringan tegangan rendah ini akan ditarik dari tiang W1-49/41. Tiang ini nantinya akan mengalirkan listrik untuk 8 rumah dari tarikan 14 rumah yang tidak standar. Pada tiang ini nantinya akan ditarik 2 tarikan sambungan rumah yaitu sambungan rumah untuk rumah nomor 7,8,9,10,11 (1 tarikan 5 rumah) dan sambungan untuk rumah nomor 12,13,14 (1 tarikan 3 rumah), seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perluasan Jaringan Tegangan Rendah

3.2.3. Perbaikan Tarikan Sambungan Rumah

Perbaikan tarikan sambungan rumah sangat diperlukan untuk meminimalisir jatuh tegangan di jaringan eksisting lokasi studi kasus. Pada jaringan eksisting ini nantinya

pada tarikan 14 rumah yang tidak standar akan dipindahkan ke tiang baru. Rumah yang akan dipindahkan adalah rumah nomor 7,8,9,10,11,12,13,14 sehingga 8 rumah ini akan mendapat tarikan baru dari tiang baru tadi. Pada tiang baru nantinya akan ditarik 2 sambungan layanan pelanggan (SLP). SLP pertama terdiri dari 5 pelanggan yaitu pelanggan nomor 7,8,9,10,11 sedangkan SLP kedua terdiri 3 pelanggan yaitu pelanggan nomor 12,13,14. Perbaikan tarikan sambungan rumah tadi nantinya dapat memperbaiki kualitas tegangan karena sambungan rumah yang terpasang sudah sesuai standar PLN yaitu tarikan maksimal dari 1 SLP adalah 5 pelanggan.

3.2.4. Simulasi Perbaikan Jaringan

Setelah transformator dipindahkan, perluasan jaringan tegangan rendah dan penataan sambungan rumah maka penulis akan mensimulasikan perbaikan jaringan tersebut. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* ETAP 7.0.0 yang simulasi ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan perbaikan yang dilakukan. Dengan simulasi ini nantinya kita dapat mengetahui besarnya jatuh tegangan setelah dilakukan perbaikan jaringan dengan mengetahui presentase jatuh tegangan.

Perhitungan persentase jatuh tegangan pada konsumen 1 menggunakan persamaan (1) dihasilkan:

$$\Delta V = \frac{220-206,5}{220} \times 100\% = 6,1 \%$$

Pada Perhitungan konsumen yang lain ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Jatuh Tegangan Konsumen Hasil Simulasi

ID Pelanggan	Tegangan Simulasi	Presentase Jatuh Tegangan (%)
an. Sodikin	206,6	6,1
an. Sugiri	205,3	6,6
an. Kasmadi	204,8	6,9
an. Jamjuri	204,5	7
an. Sukaemi	205	6,8
an. Musanah	204,8	6,9
an. Kamaidi	202,6	7,9
an. Kamilin	202,7	7,8
an. Suratmi	203	7,7
an. Nasori	202,6	7,9
an. Sri Suyati	204,1	7,2
an. Sudar	203,6	7,4
an. Sanusi	203,3	7,5
an. Jumiatur	203,1	7,6

Presentase jatuh tegangan setelah dilakukan perbaikan jaringan berkisar antara 6,1 % – 7,9% untuk semua pelanggan. Jatuh tegangan tersebut sudah memenuhi standar karena sesuai dengan SPLN No. 56 tahun 1993 [3]. Dengan kondisi demikian maka dapat disimpulkan bahwa perbaikan jaringan tersebut layak diterapkan.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan pembahasan pada laporan penelitian ini maka diperoleh beberapa kesimpulan. Dari pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa jatuh tegangan di lokasi studi kasus cukup besar sehingga jatuh tegangan ini mengakibatkan masalah di pelanggan. Dari perhitungan terlihat presentase jatuh tegangan yang tidak sesuai standar yaitu antara 11,4% - 20,5% yang sebenarnya standar jatuh tegangan adalah -10%. Untuk memperbaiki jatuh tegangan yang dibawah standar ini maka penulis melakukan perbaikan, yaitu dengan cara memindahkan transformator ke pusat beban, melakukan perluasan jaringan tegangan rendah dan melakukan penataan tarikan sambungan rumah. Setelah dilakukan pemindahan transformator, perluasan jaringan tegangan rendah dan penataan sambungan rumah maka dengan menggunakan *software* ETAP 7.0.0 didapatkan tegangan konsumen sebesar 202,6 V-206,6 V dan persentase jatuh tegangan sebesar 1,81% - 3,63%. Hal ini menunjukkan bahwa rencana perbaikan yang dilakukan sudah memenuhi standar yang berlaku.

Referensi

- [1]. MH. Chou, C L. Su, Y. C. Lee, HM. Chin, G. Parise, and PB. Chavdarian, "Voltage-drop calculations and power cable designs for harbor electrical distribution systems with high voltage shore connection." *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 53 no. 3 hal.1807-1814, 2017.
- [2]. M. Suartika, IW Arta Wijaya. 2010. Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Untuk Memperbaiki Drop Tegangan di Daerah Banjar Tulangnyuh Klungkung, *Teknologi Elektro*, Vol. 9 No.2 Juli - Desember 2010
- [3]. PLN buku 3. 2010. Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik. Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [4]. SPLN nomor 56. 1993. Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah (SLTR). Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [5]. K. Clement-Nyns, E. Haesen, and J. Driesen. "The impact of charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid." *IEEE Transactions on power systems* vol. 25. No 1, hal. 371-380, 2010.
- [6]. B.Suganya, D.Mohanakrishnan, 2014, Electricity Low Tension Analysis Using ETAP, *IJAREEIE* Vol. 3, Special Issue 4, Mei 2014
- [7]. Ziari, Imam. 2011, Planning of Distribution Networks for Medium Voltage and Low Voltage, Faculty Of Engineering Queensland University of Technology, Australia
- [8]. Aditya Prihambada, Studi Susut Energi pada Jaringan Tegangan Rendah Wilayah PLN APJ Cempaka Putih dengan Variasi Beban Pelanggan Industri, Skripsi, Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia, 2012.
- [9]. Rizky B. Binilang, Hans Tumaliang, Fielman Lisi. Studi Analisa Rugi Daya Pada Saluran Distribusi Primer 20 kV Di Kota Tahuna, *Journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6 no.2. 2017

- [10]. Richard B Laginda, Hans Tumaliang, Sartje Silimang, Perbaikan Kualitas Tegangan Pada Jaringan Distribusi Primer 20 KV Di Kota Tahuna, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol 7. No.2, 2018
- [11]. SPLN nomor 72. 1987. Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah dan Jaringan Tegangan Rendah. Jakarta : PT. PLN (Persero).
- [12]. PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2000, 04-0225 2000 Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.