

## STUDI PEMECAHAN PENYULANG OMBILIN UNTUK PERBAIKAN DROP TEGANGAN DI PT PLN (PERSERO) RAYON PADANG PANJANG MENGUNAKAN APLIKASI ETAP

DASMAN

Institut Teknologi Padang

**Abstract:** *Ombilin feeder is one of the longest feeders in PT. PLN (Persero) Rayon Padang Panjang. The total length of the medium voltage network is 117.116 Kms. With a large load, the length of the network and the cross-sectional area vary, causing a voltage drop in the feeder. According to SPLN 72:1987 the allowable voltage drop is 5%. Therefore, a solution is needed to reduce the voltage drop on the feeder to comply with PLN standards. One of them is by changing the load splitting. The loading pattern was changed by optimizing the cross-sectional area of the 240 mm<sup>2</sup> AAAC wire which has a better KHA and a smaller impedance. To analyze and find out how much improvement the voltage drop is before and after the load splitting is done, a simulation is carried out using the ETAP 12.6 software. Based on the simulation results, the voltage drop before breaking the load in Baing is 6.67% with a voltage value of 19.413 KV and in Simawang data it is 6.71% with a terminal voltage value of 19.404 kV. After breaking the load, the voltage drop in Baing is 4.19% with a voltage value of 19.929 KV and in Data Simawang it is 4.23% with a terminal voltage value of 19.921 kV. Based on these results, the cause of the voltage drop is influenced by several things, namely the current flowing in the channel, the distance and cross-sectional area of the conductor used.*

**Keywords:** *Load, Voltage Drop, ETAP.*

**Abstrak:** Penyulang Ombilin merupakan salah satu penyulang terpanjang di PT.PLN (Persero) Rayon Padang Panjang. Panjang total jaringan tegangan menengah adalah 117,116 Kms. Dengan beban yang besar, panjang jaringan dan luas penampang yang bervariasi, sehingga menyebabkan drop tegangan pada penyulang. Menurut SPLN 72:1987 drop tegangan yang diizinkan sebesar 5%. Maka dari itu, diperlukan solusi untuk menurunkan drop tegangan pada penyulang agar sesuai dengan standar PLN. Salah satunya dengan merubah pemecahan beban. Pola pembebanan dirubah dengan cara mengoptimalkan luas penampang kawat AAAC 240 mm<sup>2</sup> yang memiliki KHA lebih baik dan Impedansi yang lebih kecil. Untuk menganalisa dan mengetahui seberapa besar perbaikan drop tegangan sebelum dan sesudah dilakukannya pemecahan beban, maka dilakukan simulasi menggunakan software ETAP 12.6. Berdasarkan hasil simulasi drop tegangan sebelum pemecahan beban di Baing adalah 6,67 % dengan nilai Tegangan 19,413 KV dan di Data Simawang adalah 6,71% dengan nilai tegangan ujung 19,404 kV. Setelah dilakukan pemecahan beban, drop tegangan di Baing adalah 4,19 % dengan nilai Tegangan 19,929 KV dan di Data Simawang adalah 4,23% dengan nilai tegangan ujung 19,921 kV. Berdasarkan hasil tersebut, penyebab drop tegangan dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu arus yang mengalir pada saluran, jarak serta luas penampang penghantar yang digunakan.

**Kata Kunci:** Beban, Drop Tegangan, ETAP .

### A. Pendahuluan

Rayon Padang Panjang disupply sepenuhnya oleh Gardu Induk (GI) Padang Panjang. Namun, jika terjadi gangguan bisa juga disupply dari GI Padang Luar. Total Beban Puncaknya adalah 11,5 MVA. Total penyulang di Rayon Padang Panjang adalah 9 Penyulang dan 1 buah Gardu Hubung (GH) dengan Panjang Penyulang JTM adalah sepanjang 232,349 Kms dan 37.576 Pelanggan. Penyulang Ombilin merupakan penyulang keluaran (*Outgoing*) dari Gardu Hubung Bukit Surungan yang disupply oleh Penyulang 5 Batagak GI Padang Panjang. Jumlah Gardu distribusi yang disupply dari penyulang Ombilin adalah sebanyak 90 Gardu dan pelanggan yang dilayani sebanyak 17.282 Pelanggan.

Permasalahan yang terjadi di penyulang Ombilin saat ini salah satunya adalah masalah *drop* tegangan. Selama ini terjadi *drop* tegangan di jaringan paling ujung Penyulang Ombilin dimana di Baing dan Data Simawang, nilai tegangan ujung mencapai 19 KV. Ada banyak cara untuk mengantisipasi masalah *drop* tegangan di Jaringan JTM, diantaranya: Pembangunan GI/ GH baru, Pemecahan beban penyulang/ penarikan penyulang baru, Perubahan Pola Operasi, Pemasangan Kapasitor Bank, Perubahan tap changer trafo, Uprating penampang JTM, dan Reconnecting JTM.

Semua cara-cara tersebut dilakukan sesuai dengan tipe permasalahan yang terjadi. Solusi yang tepat/ dibutuhkan untuk pemecahan permasalahan di penyulang Ombilin ini adalah dengan menambah penyulang baru dan memecah beban ke penyulang baru tersebut. Hal ini dikarenakan jaringan yang begitu panjang dan beban yang ditanggung oleh penyulang ini cukup besar.

Sebelum dilakukan pembangunan penyulang baru dan pemecahan beban penyulang tersebut, perlu dilakukan Analisa dan kajian sejauh mana hal tersebut berpengaruh terhadap perbaikan *drop* tegangan.

## **B. Metodologi Penelitian**

Dalam penyusunan laporan penelitian ini, metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut. Metode Studi Literatur. Data dikumpulkan dari buku-buku pustaka yang ada hubungannya dengan jaringan distribusi 20 kV, teori penyebab terjadinya *drop* tegangan dan perhitungannya serta modul penggunaan ETAP. Metode Observasi. Secara tidak langsung melihat dan mengambil data yang diperlukan pada Incoming GH Bukit Surungan dan Outgoing Penyulang Ombilin di Gardu Induk Padang Panjang, Gardu Hubung Bukit Surungan pada PT. PLN (Persero) Rayon Padang Panjang. Metode Wawancara. Melakukan tanya jawab secara langsung dengan operator Gardu induk Padang Panjang, Piket P2D Area Bukittinggi, Bagian Perencanaan Jaringan Area Bukittinggi dan Supervisor Teknik di PT PLN (Persero) Rayon Padang Panjang mengenai permasalahan diatas.

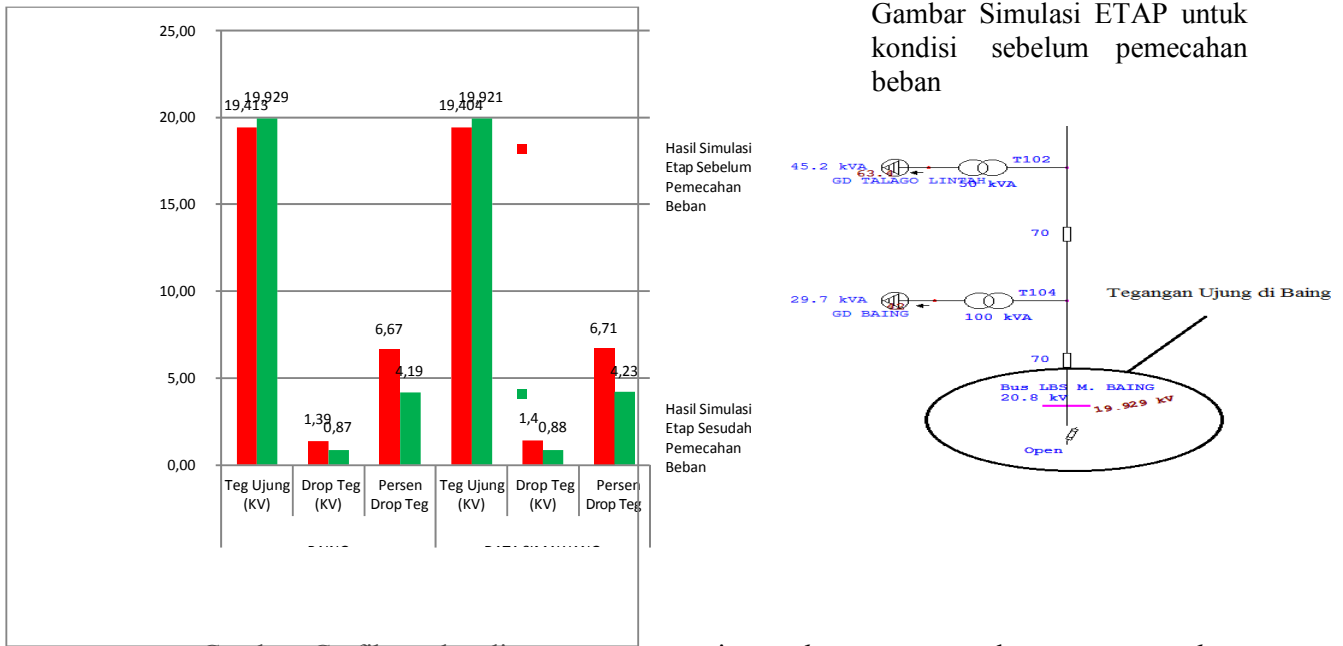
## **C. Hasil dan Pembahasan**

Pembahasan yang dilakukan pada penulisan tugas akhir ini adalah melakukan analisa dampak pemecahan pembebanan pada Penyulang Ombilin terhadap *drop* tegangan pada Saluran Udara Tegangan Menengah 20 KV (SUTM). Untuk melengkapi data-data lapangan yang digunakan dalam perhitungan, penulis mengambil tempat atau aplikasi penelitian yakni SUTM 20 kV Penyulang Ombilin. Data-data yang digunakan dalam perhitungan adalah data yang sesuai dengan kondisi lapangan dan ditambah dengan data-data ketetapan yang ada pada buku referensi.

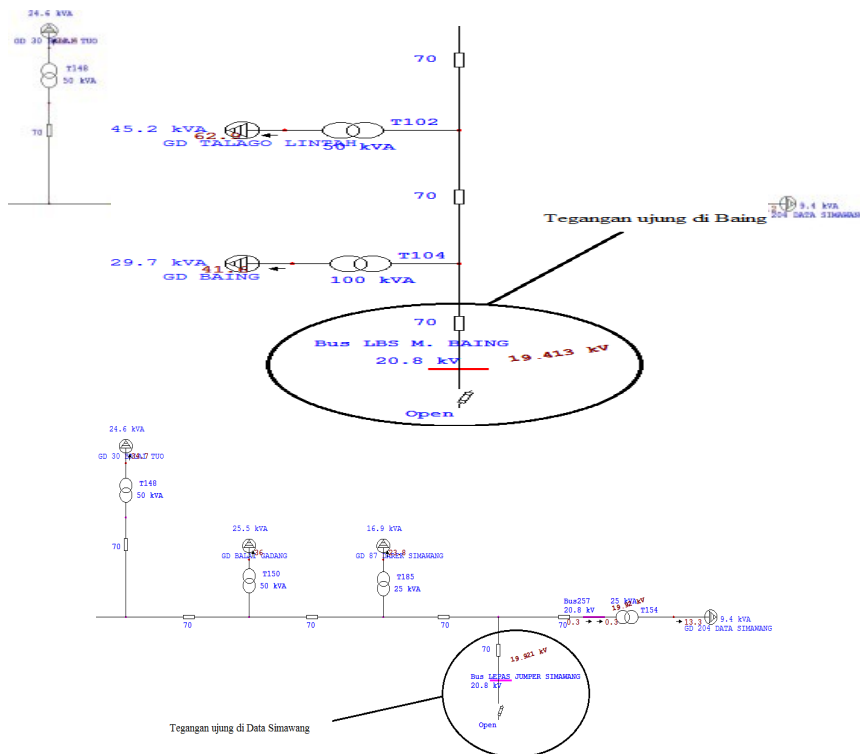
Penyulang Ombilin merupakan salah satu penyulang terpanjang yang ada di wilayah kerja Rayon Padang Panjang. Penyulang Ombilin adalah Penyulang Outgoing GH Bukit Surungan, yang mana Incoming GH Bukit Surungan adalah F.5 Batagak dari GI Padang Panjang. Pelayanan untuk Penyulang Ombilin meliputi sebagian Kecamatan Padang Panjang Barat, Kecamatan X Koto, Kecamatan Batipuh, Kecamatan Batipuh Selatan dan Kecamatan Rambatan. Penyulang ini mensuplai wilayah kerja Kantor Rayon, Kantor Pelayanan Batang Arau, dan Kantor Pelayanan Sumpur/ Ombilin. Mengingat wilayah kerja yang cukup besar ini maka diperlukan kiat-kiat untuk meningkatkan kualitas pendistribusian energi listrik kepada pelanggan. Salah satunya adalah dengan penambahan penyulang untuk pemecahan beban penyulang berdampak terhadap perbaikan tegangan yang akan diterima oleh pelanggan.

### **1. Membandingkan *Drop* Tegangan dalam kondisi sebelum dan sesudah Pemecahan beban penyulang.**

Setelah dilakukan penarikan Penyulang 7 Sumpur dan Pemecahan beban Penyulang, dapat dilihat perubahan tegangan ujung yang diterima pada masing – masing ujung JTM.



Gambar Grafik perbandingan tegangan ujung, *drop* tegangan dan persentase *drop* tegangan sebelum dan sesudah pemecahan beban di Baing dan Data Simawang Berdasarkan Gambar tersebut dapat dilihat terjadi peningkatan tegangan pada ujung JTM di Baing dan Data Simawang. Penurunan *drop* tegangan setelah pemecahan beban di Data Simawang terjadi dari 1,39 KV menjadi 0,87 KV, jika dipersentasekan persentase *drop* tegangannya turun dari 6,67% menjadi 4,19 %. Begitu juga dengan Ujung JTM di LBS Baing, *drop* tegangan juga turun dari 1,40 KV menjadi 0,88 KV, artinya persentase *drop* tegangannya turun dari 6,71% menjadi 4,23 %. Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi penurunan *drop* tegangan atau kenaikan tegangan ujung di Baing dan Data Simawang setelah pemecahan beban.



Gambar Simulasi ETAP untuk kondisi sesudah pemecahan beban

## 2. Perhitungan drop tegangan sebelum pemecahan beban

Sebelum menghitung *drop* tegangan ujung kondisi sebelum pemecahan beban, haruslah diketahui arus pada masing-masing seksi beserta jenis penampang/ kawat yang dipakai dan panjang saluran/ JTM tersebut.

### 1. *Drop* tegangan di GH Bukit Surungan

Untuk sistem tiga fasa beban seimbang, rumus *drop* tegangan adalah:

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 89,9 (0,1344 \times 0,78 + 0,3158 \times \\ &0,58) \times 0,616 \\ &= 27,62325 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Sesuai dengan rumus:

$$V_r = V_s - \Delta V$$

Maka, tegangan di GH Bukit Surungan adalah  $V_r = 20.800 \text{ V} - 27,62325 \text{ V}$

$$V_r = 20.772 \text{ V}$$

### 2. *Drop* tegangan di Simpang Kubu Karambia

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 89,9 (0,3096 \times 0,78 + 0,3464 \times \\ &0,58) \times 8,7 \\ &= 599,2968 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Simpang Kubu Karambia adalah  $V_r = 20.772 \text{ V} - 599,2968 \text{ V}$

$$V_r = 20.173 \text{ V}$$

### 3. *Drop* tegangan di Simpang Payo

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 51,9 (0,4608 \times 0,78 + 0,3572 \times \\ &0,58) \times 7,049 \\ &= 359,0206 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Simpang Payo adalah:  $V_r = 20.173 \text{ V} - 359,0206 \text{ V}$

$$V_r = 19.814 \text{ V}$$

### 4. *Drop* tegangan di Baing

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 11,7 (0,4608 \times 0,78 + 0,3572 \times \\ &0,58) \times 20,005 \\ &= 229,6936 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Baing adalah:

$$V_r = 19.814 \text{ V} - 229,6936 \text{ V}$$

$$V_r = 19.584 \text{ V}$$

### 5. *Drop* tegangan di Data Simawang

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 19,1 (0,4608 \times 0,78 + 0,3572 \times 0,58 \\ &\quad) \times 11,523 \\ &= 215,9849 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Data Simawang adalah:  $V_r = 19.814 \text{ V} - 215,9849 \text{ V}$

$$V_r = 19.594 \text{ V}$$

$$V_r = 19.494 \text{ V}$$

Setelah dilakukan pemecahan beban, yaitu dengan menarik penyulang baru (penyulang 7 Sumpur) dan membagi/ memecah sebagian beban penyulang Ombilin ke penyulang 7 Sumpur, tegangan ujung di Data Simawang dan Baing naik menjadi 19,7 KV. Hal ini terjadi karena perubahan beban, jenis dan panjang jaringan/ saluran.

1. Pemecahan beban diawali dengan dilakukannya penarikan jaringan baru JTM AAAC 240 mm<sup>2</sup> sepanjang 9,9 Km. Setelah itu beban dibagi sebagian ke Jaringan baru tersebut (JTM AAAC

240 mm<sup>2</sup>). Tentunya nilai Impedansi kawat AAAC 240 mm<sup>2</sup> lebih kecil dibandingkan penampang ACSR 95 mm<sup>2</sup>.

2. Sebelum pemecahan beban, semua beban disupply dari penyulang Ombilin. Namun setelah dilakukan penambahan penyulang baru (penyulang 7 Sumpur), beban penyulang Ombilin dipecah/ dibagi sebagian ke penyulang 7 Sumpur. Sehingga besarnya Arus yang mengalir di penyulang Ombilin menjadi 38 Ampere dan di penyulang 7 Sumpur menjadi 51,9 Ampere.

Kedua factor diatas berkontribusi sangat besar terhadap penurunan *drop* tegangan, sesuai dengan rumus:  $\Delta V = I \cdot (R \cos \phi L + X \sin \phi L)$

Bahwa besarnya drop tegangan, berbanding lurus arus yang mengalir di penghantar/ saluran, panjang saluran, namun berbanding terbalik dengan ukuran penghantar/ saluran.

### 3. Perhitungan *drop* tegangan setelah pemecahan beban

Sebelum menghitung *drop* tegangan ujung kondisi setelah pemecahan beban, juga harus diketahui arus pada masing-masing seksi beserta jenis penampang/ kawat yang dipakai dan panjang saluran/ JTM tersebut.

1. *Drop* tegangan di Simpang Kubu Karambia

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 51,9 (0,1344 \times 0,78 + 0,3158 \times \\ &0,58) \times 9,9 \\ &= 256,29 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Simpang Kubu Karambia adalah  $V_r = 20.772 \text{ V} - 256,29 \text{ V}$

$$V_r = 20.543 \text{ V}$$

2. *Drop* tegangan di Simpang Payo

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 51,9 (0,4608 \times 0,78 + 0,3572 \times 0,58) \\ &\times 7,049 \\ &= 359,0206 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Simpang Payo adalah  $V_r = 20.543 \text{ V} - 359,0206 \text{ V}$

$$V_r = 20.184 \text{ V}$$

3. *Drop* tegangan di Baing

$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 11,7 (0,4608 \times 0,78 + 0,3572 \times 0,58) \\ &\times 20,005 \\ &= 229,6936 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Baing adalah  $V_r = 20.184 \text{ V} - 229,6936 \text{ V}$

$$V_r = 19.954 \text{ V}$$

4. *Drop* tegangan di Data Simawang

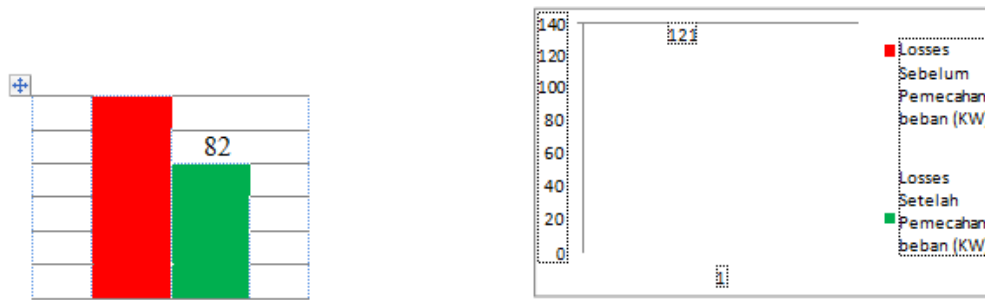
$$\begin{aligned}\Delta V &= 1,732 \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times L \\ &= 1,732 \times 19,1 (0,4608 \times 0,78 + 0,3572 \times 0,58) \\ &\times 11,523 \\ &= 215,9849 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Maka, tegangan di Data Simawang adalah  $V_r = 20.184 \text{ V} - 215,9849 \text{ V}$

$$V_r = 19.968 \text{ V}$$

### 4. Perbaikan *Losses* dan *Saving* Energi setelah pemecahan beban penyulang

Setelah dilakukan penarikan Penyulang 7 Sumpur dan Pemecahan beban Penyulang, nilai losses atau rugi daya dalam simulasi ETAP dapat ditekan dari semula 121 KW menjadi 85 KW. Untuk *Losses* atau nilai rugi daya total pada penyulang Ombilin dan penyulang 7 Sumpur setelah dilakukan pemecahan beban adalah 82 KW yaitu 53 KW pada penyulang 7 Sumpur dan 29 KW.



Gambar Grafik perbandingan *losses* sebelum dan sesudah pemecahan beban

Seperti pada Gambar Kondisi sebelum pemecahan beban, *losses* pada penyulang ombilin adalah 121 KW dan sesudah pemecahan beban, *losses* menjadi 82 KW. Artinya *Saving energy* adalah sebanyak 36 KW. Jika *Losses* terjadi secara terus-menerus selama satu bulan, maka *Saving Energy* yang bisa kita raih adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Energi} &= P (\text{daya/ Losses}) \times t (\text{waktu dalam 1 bulan}) \\ &= 39 \text{ KW} \times 720 \text{ jam} \\ &= 28.080 \text{ KWH} \end{aligned}$$

Jadi *Saving energy* yang bisa kita raih dengan pemecahan beban ini adalah sebanyak 23.760 KWH dalam satu bulan. Kemudian jika rata-rata harga 1 KWH adalah 950 Rupiah, maka yang bisa kita selamatkan adalah Rp 22.161.600,-. Tentunya nilai yang didapatkan dari pemecahan beban penyulang Ombilin, selain mendapatkan tegangan ujung yang lebih baik juga mendapatkan *Saving energi* yang cukup besar. Biaya Investasi yang dikeluarkan untuk menarik penyulang baru dan pemecahan beban ini sebanding dengan apa yang didapatkan nantinya.

#### D. Penutup

Dari hasil perhitungan dan pembahasan mengenai *drop* tegangan yang terjadi di Penyulang Ombilin kondisi sebelum pemecahan beban penyulang dan kondisi sesudah pemecahan beban, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Hasil simulasi ETAP menunjukkan bahwa terjadi perbaikan *drop* tegangan di Baing sebesar 2,48% (turun dari 6,67% menjadi 4,19%) dan di Data Simawang perbaikan *drop* tegangannya juga 2,48% (turun dari 6,71% menjadi 4,23%). Hasil simulasi ETAP menunjukkan bahwa dengan melakukan pemecahan beban penyulang, *Losses* di Penyulang Ombilin bisa kita tekan dari 121 KW menjadi 82 KW, artinya kita bisa *Saving energi* sebanyak 28.080 KWH dalam satu bulan.

#### Daftar Pustaka

- Muhdar, Isla. Juniarti dan Suherman Yunus. 2013. Evaluasi drop tegangan pada jaringan tegangan menengah 20 KV Feeder Bojo PT. PLN (Persero) Rayon Mattirotasi. Makassar :Perpustakaan Politeknik Negeri Ujung Pandang (BJ Habibie)
- Wibowo, Ratno, dkk. 2010. Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik (hlm. 20). Jakarta Selatan : PT PLN (PERSERO)
- Kuncoro, Koko. 2017. Tegangan Jatuh di <http://belajarbekerjamembangun.blogspot.co> m/2017/11/tegangan-jatuh.html (akses 02 Maret 2016)
- Marsudi, D. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Zuhul, 1998. *Dasar Teknik Listrik dan Elektronika Daya*, Jakarta : Gramedia
- Gupta, J. B. 1997. *Transmission and Distribution*. Singapura: Publishing Division