

# ANALISIS VOLTAGE DROP DENGAN MEMPERBAIKI KONDUKTOR MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP

Oleh:

Gusti Ikhwanda Tarigan <sup>1)</sup>

Solly Aryza <sup>2)</sup>

Adi Sastra, P Tarigan <sup>3)</sup>

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan <sup>1,2,3)</sup>

*E-mail:*

[gustiikhwandatarigan@gmail.com](mailto:gustiikhwandatarigan@gmail.com) <sup>1)</sup>

[sollyaryza@gmail.com](mailto:sollyaryza@gmail.com) <sup>2)</sup>

[adisastratarigan@gmail.com](mailto:adisastratarigan@gmail.com) <sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*This study aims to determine the percentage drop in the voltage drop at the end of the network on the refiner PU.1, determine the effect of load breakdown and increase in conductors on the refiner PU.6 on improving the quality of the end voltage on the refiner PU.1, and get the results of the analysis of the voltage drop at the end of the network on the refiner PU. .1 with ETAP 12.60 software. The research method used is a simulation method for calculating voltage drop using Etap 12.60 software. The data taken in the form of data length, cross-sectional area, stress, and load distribution network. From the results of the study, it was found that the percentage drop in end voltage before uprating the conductor and breakdown load on the PU.6 refiner on the results of voltage measurements at Final Load = 24.12%, stress at Middle Load = 18.09% and stress at Even Load = 12.06 %. There is a voltage drop at the end of the distribution system network with the lowest end voltage at the end load which is 15.1 kV and there is a voltage drop of 24.12%. After raising the conductor and disconnecting the load on the refiner PU.6, the voltage at the final load on PU.1 in the ETAP result is 18.03 kV.*

**Keywords:** *Voltage Drop, Conductor Increase, Distribution Network, ETAP Simulation*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosentase penurunan tegangan ujung jaringan pada penyuling PU.1, mengetahui pengaruh breakdown beban dan peningkatan konduktor pada penyuling PU.6 terhadap peningkatan kualitas tegangan ujung pada penyuling PU.1, dan mendapatkan hasil analisis penurunan tegangan ujung jaringan pada Refiner PU.1 dengan software ETAP 12.60. Metode penelitian yang digunakan berupa metode simulasi perhitungan drop tegangan menggunakan software Etap 12.60. Data yang diambil berupa data panjang, luas penampang, tegangan, dan beban jaringan distribusi. Dari hasil penelitian didapatkan prosentase penurunan tegangan ujung sebelum uprating penghantar dan breakdown beban pada refiner PU.6 pada hasil pengukuran tegangan pada Beban Akhir = 24,12%, tegangan pada Beban Tengah = 18,09 % dan tegangan pada Beban Genap = 12.06%. Terjadi jatuh tegangan pada ujung jaringan sistem distribusi dengan tegangan ujung terendah pada beban ujung yaitu 15,1 kV dan terdapat jatuh tegangan sebesar 24,12%. Setelah menaikkan konduktor dan memutus beban pada refiner PU.6, tegangan pada beban akhir pada PU.1 pada hasil ETAP adalah 18,03 kV.

**Kata Kunci :** *Penurunan Tegangan, Peningkatan Konduktor, Jaringan Distribusi, Simulasi ETAP.*

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Penyulingan PU.1 di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Rayon Perbaungan dengan wilayah pelayanan jaringan tegangan menengah (JTM) panjang dan memiliki beban terbesar di antara traveller lainnya. Masyarakat khususnya di Desa Pantai Kelang (ujung jaringan), sering terjadi peredupan lampu penerangan atau mesin air yang tidak bekerja maksimal yang terjadi pada malam hari yang biasa disebut dengan peak load time (WBP). Keadaan ini berlangsung terus menerus, sehingga diperlukan suatu langkah untuk mengatasi masalah ini. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang pengaruh pemutusan beban dan peningkatan konduktor untuk mengatasi tegangan jatuh pada penyuling PU.1. Mengatasinya dengan uprating konduktor pada penyuling PU.6 dimana luas penampang konduktor masih kecil karena masih memiliki beban yang kecil dan jaringan tegangan pendek sehingga dapat memutus beban PU.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kualitas Listrik

Ada 2 (dua) hal yang menjadi ukuran kualitas listrik yaitu tegangan, dan frekuensi[1][3].

sebuah. Tegangan layanan ditentukan oleh:

- 1) Batas toleransi tegangan pada konsumen TM adalah (5%), sedangkan pada konsumen TR maksimum + 5% dan minimum - 10%.
- 2) Keseimbangan tegangan di setiap titik koneksi
- 3) Berkedip karena pemuatan sekecil mungkin
- 4) Kehilangan tegangan sesaat karena manuver secepat mungkin

#### b. Frekuensi

Batas toleransi frekuensi adalah (1% dari frekuensi standar 50 Hz)[4], [5].

Faktor yang membuat kualitas kelistrikan dalam hal pendistribusian adalah faktor pembebanan pada sistem distribusi, yaitu pembebanan yang tidak stabil karena operasi normal atau lebih karena gangguan suplai dari GI dan kilang[6].

### 2.2. Konsistensi Pemuatan Terhadap Standar Pola Jaringan

Dalam pengoperasian Jaringan Listrik Tegangan Menengah, pembebanan tidak boleh melebihi kemampuan nominal jaringan yang telah direncanakan, sehingga tercapai penurunan tegangan dan susut teknis [7], [8].

**Tabel 1.** Pengiriman AAAC

$\phi$	35	50	70	95	120	150	185	240
--------	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

(mm<sup>2</sup>)

V	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
(%)								
R	0,9774	0,6842	0,4887	0,3601	0,2851	0,228	0,1849	0,1432
(Ω/km)								
X	0,0536	0,0665	0,0754	0,0884	0,0957	0,1028	0,1094	0,1175
(Ω/km)								
karena	0,85							

Tabel 2. Beban Terhadap TM AAAC Panjang Diizinkan Untuk COS = 0.85, V=5%

Memuat	Panjang Jtm yang Diijinkan (Kms) Per Jenis Pengiriman							
	35	50	70	95	120	150	185	240
MVA	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
1,0	23,21	32,42	43,92	56,00	68,24	80,54	92,95	109,04
1,5	15,52	21,02	29,28	37,78	45,50	53,70	61,97	72,70
2,0	11,04	16,32	21,90	28,34	34,13	40,28	46,48	54,53
2,5	9,31	12,97	17,57	22,67	27,30	32,22	37,18	43,62
3,0	7,70	10,81	14,04	18,89	22,75	26,85	30,99	36,55
3,5	6,65	9,26	12,55	16,19	19,50	23,02	26,56	31,16
4,0	5,82	8,11	10,98	14,17	17,00	20,14	23,24	27,20
4,5	5,17	7,21	9,76	12,59	15,17	17,90	20,66	24,23
5,0	4,00	6,49	8,78	11,33	13,65	16,11	18,59	21,81
5,5	4,23	5,90	7,99	10,30	12,41	14,65	16,90	19,83
6,0	3,88	5,40	7,32	9,44	11,37	13,43	15,49	18,18
6,5	3,58	4,99	6,76	8,72	10,50	12,39	14,30	16,78
7,0	3,33	4,63	6,27	8,10	9,75	11,31	13,28	15,58
7,5	3,10	4,32	5,86	7,56	9,10	10,74	12,39	14,54
8,0	2,91	4,05	5,49	7,08	8,53	10,07	11,62	13,63
8,5	2,74	3,81	5,17	6,67	8,03	9,48	10,94	12,83
9,0	2,59	3,60	4,88	6,30	7,58	8,95	10,33	12,12
9,5	2,45	3,41	4,62	5,97	7,18	8,48	9,79	11,48
10,0	2,33	3,24	4,39	5,67	6,82	8,00	9,30	10,91

Yaitu pada bagian C – Tegangan Ujung jatuh tegangan adalah sebagai berikut[1]:

$$\% \text{ Tegangan Jatuh} = (P \cdot L \cdot (R \cdot \cos^2 \phi + X \cdot \sin^2 \phi) \cdot 100) / (KV)^2$$

- Di mana:
- P = Channeled Nominal Power (MVA)
- R = Resistansi Jaringan ( ohm /km )
- X = Reaktansi Jaringan ( Ohm/km )
- L = Panjang Jaringan ( km )

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan berupa metode simulasi perhitungan drop tegangan menggunakan software Etap

12.60. Data yang diambil berupa data panjang, luas penampang, tegangan, dan beban jaringan distribusi.

Berikut adalah tabel data jenis dan ukuran kabel penghantar sistem distribusi jaringan tegangan menengah jaringan distribusi kilang pu.1 dan PU.6:

**Tabel 3.**Data Panjang dan Luas penampang Konduktor Penyuluhan PU.6

Titik	Panjang Saluran (Km)	Konduktor	
		Jenis	Ukuran (mm <sup>2</sup> )
1 GI – Selesai Voltase	16.300	AAAC	3x70

Tabel data beban rata-rata pada sistem distribusi jaringan tegangan menengah Ekstensi PU.1 dan PU.6 Hasil pengukuran selama 3 hari.

**Tabel 4.**Data Pengukuran Beban pada Penyuluhan PU.1

Titik Jaringan Tegangan Menengah	Saat ini (SEBUAH)
1 GI – Bagian A	63
2 Bagian A – B	34
3 Bagian B – C	42
4 Bagian C –Teg Ujung	68

Besarnya beban pada PU.1 Refiner adalah 202 A atau 6,9 MVA Daya Tersalur.

**Tabel 5.** Data Pengukuran Beban pada Refiners PU.6

Titik	Jaringan Tegangan Menengah	Saat ini (SEBUAH)
1	GI –Tegangan Akhir	30

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa tegangan terendah pada Kilang PU.1 berada pada tegangan ujung yaitu 15,1 kV, atau terjadi drop tegangan hingga 24,12%. Selain menggunakan data referensi hasil

perhitungan, Penulis juga menganalisis hasil simulasi aplikasi ETAP 12.60. Tegangan terendah juga terjadi pada tegangan beban tengah sebesar 16,3 kV, atau terjadi drop tegangan hingga 18,09%. Kedua hasil analisis menunjukkan bahwa

pada jaringan distribusi yang disuplai dari JTM Refinery PU.1 telah terjadi penurunan tegangan yang cukup besar, dan telah melebihi standar SPLN 72, 1987. Dengan peraturan tegangan yang ditentukan oleh PLN, desain jaringan pada sistem direbus dalam desain sehingga tegangan jatuh pada akhirnya tidak melebihi 10%. Salah satu cara untuk mengatasi masalah drop tegangan ujung adalah dengan uprating konduktor dan load solving, dengan prinsip kerja membagi dua beban yang terdapat pada refiner sebelumnya yaitu PU.1 dengan refiner lainnya (PU.6). Peningkatan konduktor dan pemutusan beban ini akan berdampak baik pada kualitas tegangan distribusi energi listrik. Dari hasil simulasi ETAP dapat diketahui tegangan ujung kilang PU.1 setelah uprating konduktor dan breakdown beban ke kilang PU.6 mengalami peningkatan.

#### 4.1. Untuk Beban di Ujung Penyuluhan PU.1

Berdasarkan data panjang dan luas penampang pada tabel 4. serta data pengukuran beban pada jaringan distribusi kilang PU.1 pada tabel 3, dapat dihitung jatuh tegangan untuk beban di ujung jaringan. Yaitu pada bagian C – Tegangan Ujung jatuh tegangan adalah sebagai berikut :

$$(0,133+0,045) \times 0,50 \times 100/400 = 12,06 \% \text{ atau } 17,5\text{KV}$$

karena  $\cos \phi = 0,85 (0,90)$ ,

$$\text{Dosa } \sin \phi = 0,526 (0,435)$$

KV = Tegangan LL (20 kV)

$$\% \text{Tegangan Jatuh} = 6,9 \times 78,2 (0,157 \times 0,85 + 0,087 \times 0,526) \times 100 / (20)^2 = 539,58 (0,133+0,045) \times 100 / 400 = 24,12 \% \text{ atau } 15,1 \text{KV}$$

Jadi turunkan tegangan pada bagian C- Tegangan Ujung yang besarnya sampai dengan 24,12% atau 15,1 kV.

#### 4.2. Untuk Beban di Tengah Penyuluhan PU.1

Pada bagian B-bagian C besarnya jatuh tegangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{Tegangan Jatuh} = 6,9 \times 78,2 (0,157 \times 0,85 + 0,087 \times 0,526) \times 0,75 \times 100 / (20)^2 = 539,58 (0,133 + 0,045) \times 0,75 \times 100/400 = 18,09 \% \text{ atau } 16,3 \text{KV}$$

Jadi turunkan tegangan pada bagian B - bagian C besarnya hingga 18,09 % atau 16,3 kV

#### 4.3. Untuk Beban Kura-Kura Genap PU.1

Pada bagian GI-bagian A besarnya jatuh tegangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{Tegangan Jatuh} = 6,9 \times 78,2 (0,157 \times 0,85 + 0,087 \times 0,526) \times 0,50 \times 100 / (20)^2 = 539,58$$

Berikut adalah hasil simulasi jatuh tegangan pada aplikasi ETAP

**Tabel 6.**Data Simulasi Penurunan Tegangan ETAP

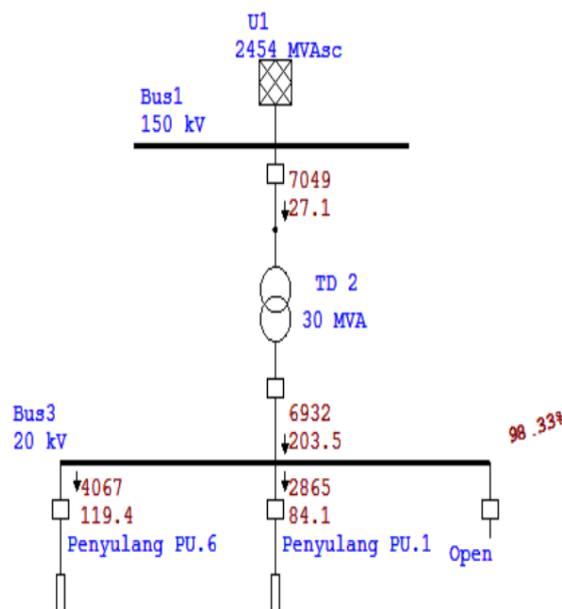
	Tegangan Akhir (kV)	Tegangan masuk (KV)	Tegangan Dasar (kV)
1	16,3 kV	17,4 kV	18,3 kV

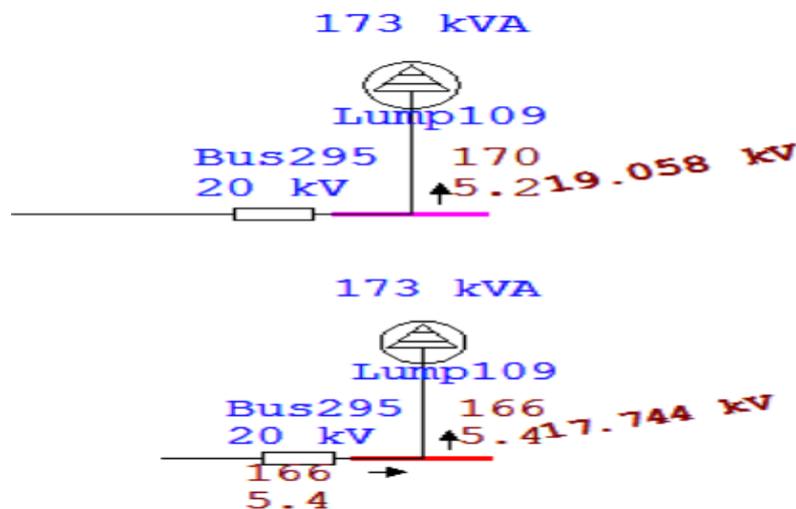
**Tabel 7.**Perbandingan Hasil Simulasi dan Perhitungan Teg End Drop Voltage

Tidak	Basis Data	Tegangan jatuh(kV)
1	Akun	15.2
2	ETAP	16.3

Dengan menaikkan, penghantar dan pemutusan beban ke pu.6 comb refiner, maka refiner PU.6 akan menopang beban sisa dari refiner PU.1 yaitu pada Seksi B sampai tegangan ujung, dengan beban sebesar 119 A sedangkan PU.1 sebesar 84 A mengikuti hasil simulasi ETAP pada gambar 9. Penyuling PU.

**Gambar 1.** Hasil Simulasi ETAP Beban Penyul PU.1 dan PU.6





**Gambar 2.** Hasil Simulasi ETAP Beban Kilang Sebelum dan Sesudah PU.1 dan PU.6

## 5. SIMPULAN

Refiner PU.1 memiliki beban yang relatif besar yaitu 202 A dan juga jaringan TM yang panjang merupakan faktor penyebab jatuh tegangan. Persentase penurunan tegangan ujung sebelum uprating konduktor dan breakdown beban pada penyuling PU.6 pada hasil pengukuran adalah : tegangan Ujung Beban : 24,12%, Tegangan Pada Beban Tengah : 18,09%, dan Tegangan Pada Beban Merata : 12,06%. Terjadi jatuh tegangan pada ujung jaringan sistem distribusi dengan tegangan ujung terendah pada beban ujung yaitu 15,1 kV, atau terdapat jatuh tegangan sebesar 24,12%. Setelah dilakukan uprating konduktor dan pemutusan beban pada refiner PU.6, tegangan pada beban akhir PU.1 pada hasil ETAP adalah 18,03 kV.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Umar dan NA Murtadho, "Analisis voltage drop dan alternatif manuver jaringan pada recovery BRG-4 PT. PLN (Persero) unit pelayanan Salatiga menggunakan pembangkit listrik etap 12.6," AIP Conf. Prok., vol. 2114, 2019, doi: 10.1063/1.5112465.
- CHB Apribowo, G. Faradiba, F. Adriyanto, dan O. Listiyanto, "Studi Analisis Jatuh Tegangan pada Sistem Penerangan Khas Gedung Perkantoran: Studi Kasus Instalasi Listrik Gedung FEM IPB," J. Electr. Elektron. Informasi, Kom. Teknologi., vol. 1, tidak. 1, hal. 26, 2019, doi: 10.20961/jeeict.v1i1.34510.

- L. Zhang, T. Ba, dan X. Luo, “Penelitian tentang Perangkat Penurunan Tegangan Kapasitor Tegangan Tinggi,” IOP Conf. Ser. ibu. Sci. Ind., vol. 466, tidak. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/466/1/012066.
- E. Wang dan B. Huang, “Perhitungan dan verifikasi jatuh tegangan saat memulai kipas aliran aksial terowongan,” J. Phys. Kon. Ser., vol. 1187, tidak. 2, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1187/2/022068.
- F. Shahnia, “Analisis dan Koreksi Profil Tegangan pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah yang Mengandung Sel Fotovoltaik dan Kendaraan Listrik,” no. Agustus, Australia: Universitas Teknologi Queensland, 2011, hlm. 1-216.
- T. Gonen, Teknik Distribusi Tenaga Listrik, suntingan Ketiga., vol. 148. francis: CRC Press Taylor & Francis Group, 2014.
- MH Rashid, Elektronika Daya, Sirkuit, Perangkat dan Aplikasi, Sunting Ketiga., vol. 148. New Jersey: Prentice Hall, tebing Englewood.
- W. Hofmann dan W. Just, Kompensasi Panduan Praktis, Sunting pertama. New Delhi, India: Wiley, 2012.