

## Studi Analisa Perbaikan Tegangan Ujung dan Susut Teknis Dengan Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 KV

Irvan Suprianto\*, Hazlif Najif, Chairul Nazalul Anshar

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti, Padang

\*Email: [dean.anshar@gmail.com](mailto:dean.anshar@gmail.com)

### ABSTRAK

Fenomena tegangan jatuh pada titik ujung *Feeder* Sungai Nanam merupakan implikasi teknis dari dimensi jaringan yang ekstensif serta densitas beban yang tinggi pada penyulang tersebut. Kondisi ini menyebabkan distribusi daya listrik ke konsumen menjadi tidak optimal, sehingga diperlukan langkah strategis untuk menjaga stabilitas dan performa sistem. Salah satu solusi teknis yang efisien adalah melalui rekonfigurasi jaringan atau perubahan pola operasi sistem distribusi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengukur secara komprehensif besaran tegangan ujung, tegangan jatuh, rugi-rugi daya, serta potensi energi yang dapat dipulihkan melalui skema rekonfigurasi pada *Feeder* Sungai Nanam. Metodologi penelitian yang diterapkan mencakup observasi lapangan secara langsung di ULP Kayu Aro, teknik wawancara dengan personel ahli di PT. PLN, serta studi literatur yang relevan sebagai dasar teoretis. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa implementasi rekonfigurasi mampu meningkatkan profil tegangan ujung secara signifikan, dari semula sebesar 19.233 Volt menjadi 19.547 Volt. Selain perbaikan level tegangan, efisiensi energi yang berhasil dicapai melalui perubahan pola operasi ini tercatat sebesar 13.514,8 kWh per bulan. Jika dikonversikan ke dalam nilai ekonomi, penghematan tersebut setara dengan Rp 19.524.831, yang membuktikan bahwa rekonfigurasi jaringan tidak hanya meningkatkan kualitas teknis pasokan listrik tetapi juga memberikan keuntungan finansial yang substansial bagi penyedia layanan.

**Kata kunci:** Tegangan Jatuh, *Feeder* Sei Nanam, Rekonfigurasi.

### 1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik modern merupakan entitas kompleks yang mengintegrasikan pusat pembangkit, saluran transmisi, dan jaringan distribusi untuk menyalurkan daya ke pusat beban [1]. Sebagai penyedia layanan utama, PT. PLN (Persero) berkewajiban mendistribusikan tenaga listrik yang aman, andal, dan bermutu demi menjaga kepuasan pelanggan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Qurraisyn dkk (2023) bahwa salah satu persyaratan keandalan sistem penyaluran tenaga listrik adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil. Namun, mempertahankan tegangan tetap pada sistem distribusi bukanlah perkara mudah karena tegangan jatuh akan selalu terjadi di seluruh bagian sistem seiring dengan adanya perubahan beban [2].

Secara teknis, tegangan jatuh didefinisikan sebagai selisih tegangan pada ujung pengirim dan tegangan pada ujung penerima, yang mewakili besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar [3]. Kendala teknis ini sering terjadi akibat jaringan distribusi yang terlalu panjang dan pembebanan penyulang yang tinggi [4]. Hal ini dikarenakan tegangan jatuh pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar [3].

Kondisi beban yang sebagian besar memiliki faktor daya tertinggal turut memperburuk keadaan, di mana pada saat beban puncak, kebutuhan daya reaktif meningkat dan dapat melebihi kapasitas yang dibangkitkan oleh sistem. Kekurangan daya reaktif ini menyebabkan penurunan tegangan pada ujung penerimaan yang akan semakin rendah apabila jarak konsumen ke pusat pelayanan cukup jauh [2]. Salah satu kasus signifikan

terjadi pada Feeder Sungai Nanam yang disuplai dari Gardu Hubung (GH) Alahan Panjang, di mana tegangan ujung hanya mencapai 19 kV dari tegangan kirim 20 kV. Berdasarkan standar SPLN No.1 Tahun 1995, batas toleransi j tegangan jatuh adalah +5% dan -10% dari tegangan nominal [5].

Apabila penurunan tegangan yang terjadi melebihi batas toleransi, maka secara teknik akan mengakibatkan terganggunya kinerja peralatan listrik konsumen seperti lampu, alat pemanas, dan motor listrik [2]. Selain itu, tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena menurunkan tegangan beban di bawah nilai normal [6]. Mengingat besarnya tegangan di sisi pelanggan sangat dipengaruhi oleh tegangan jatuh dan susut teknis, maka efisiensi sistem distribusi menjadi indikator yang sangat krusial.

Upaya peningkatan efisiensi dapat dilakukan melalui uprating penghantar, penarikan jaringan baru, maupun rekonfigurasi jaringan. Rekonfigurasi jaringan merupakan metode yang lazim dipilih karena kemudahan implementasi dan biaya operasional yang rendah, namun mampu memberikan penghematan (*saving*) yang signifikan. Pada sistem distribusi GH Alahan Panjang, Feeder Danau Bawah diketahui memiliki beban yang masih kecil, yang memberikan peluang untuk melakukan manuver sebagian beban dari Feeder Sungai Nanam melalui perubahan pola operasi jaringan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak rekonfigurasi sistem distribusi terhadap perbaikan tegangan jatuh dan efisiensi susut teknis di PLN ULP Kayu Aro. Melalui proposal skripsi berjudul “Analisa Perbaikan Tegangan Ujung dan Susut Teknis dengan Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV”, diharapkan diperoleh rekomendasi teknis yang relevan untuk meningkatkan kualitas layanan listrik serta mendukung keberlanjutan sistem kelistrikan nasional.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Konfigurasi Jaringan

Sistem distribusi primer dikelompokkan ke dalam lima tipologi utama, yaitu jaringan radial, hantaran penghubung (*tie line*), spindel, lingkaran (*loop*), dan sistem kluster [7]. Konfigurasi radial merupakan model yang paling sederhana dan ekonomis, namun memiliki keterbatasan pada tingkat keandalan dan penurunan kualitas tegangan di titik ujung saluran. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, digunakan sistem *tie line* dan spindel yang mengintegrasikan penyulang cadangan (*express feeder*) guna menjamin kontinuitas pasokan pada beban prioritas. Di sisi lain, sistem *loop* meningkatkan redundansi melalui interkoneksi antar-Gardu Induk (GI) yang dilengkapi saklar pemutus beban (LBS) untuk lokalisir gangguan secara otomatis. Sementara itu, sistem kluster menerapkan pola operasi *radial open loop* yang memungkinkan manuver beban secara fleksibel. Pemilihan arsitektur jaringan ini bersifat fundamental dalam meminimalkan tegangan jatuh serta mengoptimalkan efisiensi teknis penyaluran daya.

### 2.2 Tegangan Jatuh

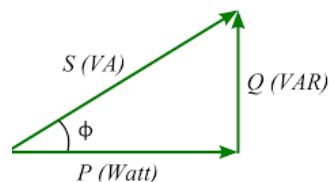
Tegangan jatuh adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan [8], tegangan jatuh disebabkan oleh hambatan dan arus, pada saluran bolak balik besarnya tergantung dari impedansi dan admitansi saluran serta pada beban faktor daya. Untuk menghitung besar tegangan jatuh yang terjadi pada suatu jaringan distribusi maka terlebih dahulu perlu menghitung impedansi ( $Z$ ) pada jaringan distribusi, hal yang mempengaruhi tegangan jatuh adalah tahanan jenis penghantar (konduktor), panjang penghantar, dan luas penampang penghantar, serta arus yang melalui saluran tersebut.

### 2.3 Susut Energi Listrik

Susut energi listrik (*Losses*) merupakan hilangnya energi listrik dalam bentuk lain (seperti panas) selama proses transmisi dan distribusi listrik dari pembangkit ke konsumen akhir [9]. Susut ini dapat terjadi karena berbagai faktor teknis dan non-teknis, yang menyebabkan energi yang diproduksi tidak sepenuhnya sampai ke pengguna. Secara umum, susut energi listrik terbagi menjadi dua kategori. Susut teknis dan non-teknis. Susut teknis merupakan kehilangan energi listrik yang terjadi akibat faktor teknis dalam proses distribusi dan transmisi listrik. Susut non teknis merupakan kehilangan energi yang terjadi karena faktor manusia, seperti pencurian listrik, kesalahan pengukuran, atau kerusakan pada alat ukur.

### 2.4 Daya Listrik

Fungsi eksponen kompleks ini sangat urgen pada rangkaian listrik AC karena fungsi tersebut merupakan fungsi perpangkatan dengan suatu bilangan atau variabel yang memiliki nilai tertentu. Perhitungan yang mengikuti kaidah aljabar kompleks, teknik vektor dan metode grafis dapat diterapkan seperti ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Segitiga Daya

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis dan Lokasi Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk penelitian deskriptif, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi tegangan ujung pada *feeder* Sungai Nanam sebelum dan sesudah dilakukan rekonfigurasi. Lokasi yang dipilih yaitu di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Kayu Aro terkhususnya jaringan distribusi dari *outgoing* GH Alahan Panjang melalui *Feeder* Sungai Nanam.

### 3.2 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini berupa analisis deskriptif, yaitu suatu teknik untuk mengungkapkan dan memaparkan data yang dikumpulkan. Dari data yang dikumpulkan kemudian dilakukan perhitungan dan analisa data secara deskriptif yaitu dengan cara memaparkan secara objektif dan sistematis situasi yang ada di lapangan. Variasi data yang telah diperoleh akan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil analisa dan penggambaran grafik pada tiap variasi data, pengambilan kesimpulan dan saran, berupa analisa data harian, perbandingan arus terhadap daya semu, perhitungan arus sekunder dan arus primer.

### 3.3 Metode Perhitungan

- Tegangan jatuh saluran tiga fasa:

$$V_d = \sqrt{3} I \ell (R \cdot \cos\phi + jX \cdot \sin\phi) \quad (1)$$

- Persentase tegangan jatuh:

$$\%Vd = \frac{Vd}{Vk} \times 100\% \quad (2)$$

$$\%Vd = (Vk - Vt)/V k \times 100\% \quad (3)$$

- Tegangan terima:

$$Vt = Vk - Vd \quad (4)$$

- Rugi daya

$$P_{losses} = 3 I^2 R \ell \quad (5)$$

- Persentase rugi daya

$$P_{losses} (\%) = \frac{P_{losses}}{P_{kirim}} \times 100\% \quad (6)$$

$$P_{losses} (\%) = \frac{P_{kirim} - P_{terima}}{P_{kirim}} \times 100\% \quad (7)$$

- Rugi-rugi energi

$$W_{losses} = P_{losses} t \quad (Wh) \quad (8)$$

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Deskripsi Data

Penelitian dan analisis ini dilakukan pada *feeder* Sei Nanam, yaitu salah satu penyulang distribusi utama yang memperoleh sumber pasokan dari Gardu Hubung (GH) Alahan Panjang. Penyulang ini beroperasi pada tegangan kirim 20 kV, dan menyuplai berbagai titik beban mulai dari daerah pusat Alahan Panjang hingga ke wilayah hilir seperti Sei Nanam, Lekok Batu Gadang, Rimbo Data, hingga Sabik Aie. Selain *Feeder* Sei Nanam, terdapat *Feeder* lain yang akan dibahas karena akan berkaitan dengan rekonfigurasi yaitu *Feeder* Danau Bawah.

##### 4.2 Data Jaringan Feeder

Setiap ruas penghantar memiliki karakteristik panjang, jenis konduktor, impedansi, serta besaran arus beban yang berbeda-beda. Dengan mengetahui penampang konduktor per seksi secara rinci, maka nilai resistansi (R) dan reaktansi (X) total pada ruas tersebut dapat dihitung dengan tepat.

**Tabel 1.** Data-Data Jaringan *Feeder* Sei Nanam Per *Section*

No	Dari - Ke	Panjang (kms)	Arus (A)	Penampang (mm <sup>2</sup> )	R	X j
1	Mvcable F Sei Nanam	0,04	77,18	XLPE 240	0,125	0,097
2	Seg F T0001 - F T0027	1,28	77,18	AAAC 70	0,46	0,357
3	Seg F T027 - F T0027r1 Tr Bank Nagari	0,03	0,07	AAAC 70	0,46	0,357
4	Seg F T027 - F T0031 Lbsm Pus A Pjg	0,20	73,11	AAAC 70	0,46	0,357
5	Seg F T0031 Lbsm Pus A Pjg - F T0044	0,818	69,64	AAAC 70	0,46	0,357
6	Seg F T0044 - F T0044r2 Tr Per A Pjg	0,10	2,06	AAAC 70	0,46	0,357
7	Seg F T0044 - F T0064	1,251	66,81	AAAC 70	0,46	0,357
8	Seg F T0064 - F T0064r4 Tr Pakan Sabtu	0,21	0,79	AAAC 70	0,46	0,357
9	Seg F T0064 - F T0080 Lbsm Pdg Laweh	0,93	62,67	AAAC 70	0,46	0,357
10	Seg F T0080 Lbsm Pdg Laweh - F T0082 Co Pdg Laweh	0,12	61,87	AAAC 70	0,46	0,357
11	Seg F T0082 Co Pdg Laweh - F T0082r26	1,308	61,07	AAAC 70	0,46	0,357
12	Seg F T0082r26 - F T0082r26l8 Tr Sapan Munggu Iii	0,52	1,15	AAAC 70	0,46	0,357
13	Seg F T0082r26 - F T0082r90 Tr Prk Tabu	3,37	3,84	AAAC 70	0,46	0,357

No	Dari - Ke	Panjang (kms)	Arus (A)	Penampang (mm <sup>2</sup> )	R	X j
14	Seg F T0082 Co Pdg Laweh - F T0092 Tr Taratak Pauh	0,62	56,08	AAAC 70	0,46	0,357
15	Seg F T0092 Tr Taratak Pauh - F T009211 Lbs Pasar Taratak Pauh	0,04	23,40	AAAC 70	0,46	0,357
16	Seg F T009211 Lbs Pasar Trtk Pauh - F T0092134	1,672	23,40	AAAC 70	0,46	0,357
17	Seg F T0092134 - F T009213419 Tr Pangalian Kayu 2	0,61	1,20	AAAC 70	0,46	0,357
18	Seg F T0092134 - F T0092145	0,563	18,78	AAAC 70	0,46	0,357
19	Seg F T0092145 - F T0092145r23 Tr Air Sanam	1,21	1,13	AAAC 70	0,46	0,357
20	Seg F T0092145 - F T00921103 Lbsm Simpang Tanjung Nan 4	3,058	17,65	AAAC 70	0,46	0,357
21	Seg F Sei Nanam Lbsm Manuver Simpang Tanjung Nan 4 - Tr Panorama	0,33	15,65	AAAC 70	0,46	0,357
22	Seg F Sei Nanam Tr Panorama - Fsei Nanam Tr Danau Talang	2,05	13,47	AAAC 70	0,46	0,357
23	Seg F Tr Panorama - T0368r12411321230	2,79	11,75	AAAC 70	0,46	0,357
24	Seg F T0368r12411321230 - Tr Gurun Data	0,92	1,53	AAAC 70	0,46	0,357
25	Seg F T0368r12411321230 - Lbs Rimbo Satumpak	1,13	8,14	AAAC 70	0,46	0,357
26	Seg F Lbs R Satumpak - Lbsm Rwg Gdg	4,08	7,55	AAAC 70	0,46	0,357
27	Seg F Lbsm Rawang Gdg - Lbs Kayu Jao	6,994	6,27	AAAC 70	0,46	0,357
28	Seg F T0092 - F T0095 Lbs Taratak Pauh	0,18	28,84	AAAC 70	0,46	0,357
29	Seg F T0095 Lbs Taratak Pauh - F T0102	0,446	28,84	AAAC 70	0,46	0,357
30	Seg F T0102 - F T0102r12 Tr Ngarai Taratak Pauh	0,65	0,80	AAAC 70	0,46	0,357
31	Seg F T0102 - F T0107 Tr Sei Nanam	0,36	28,04	AAAC 70	0,46	0,357
32	Seg F T0107 Tr - F T0107r30 Traf Sampie	1,506	3,48	AAAC 70	0,46	0,357
33	Seg F T0107 Tr Sei Nanam - F T0109	0,12	23,20	AAAC 70	0,46	0,357
34	Seg F T0109 - F T0109114	0,72	19,86	AAAC 70	0,46	0,357
35	Seg F T0109114 - F T0109114r13 Tr Batu Sojek	0,735	1,54	AAAC 70	0,46	0,357
36	Seg F T0109114 - F T0109115 Tr Limau Puruik Alahan Panjang	0,05	0,48	AAAC 70	0,46	0,357
37	Seg F T0109 - F T0152 Lbsm L Batu Gdg	2,275	18,32	AAAC 70	0,46	0,357
38	Seg F T0152 Lbsm L Batu Gdg - F T0162	0,54	14,68	AAAC 70	0,46	0,357
39	Seg F T0162 - F T0184	0,06	14,68	AAAC 70	0,46	0,357
40	Seg F T0184 - F T0184r21 Tr SS Bayang	14,74	10,57	AAAC 70	0,46	0,357
41	Seg F T0184 - F T0189 Co R Data Ujung	2,13	0,19	AAAC 70	0,46	0,357
42	Seg F T0189 Co R Data Ujung - F T0251 Tr Bukit Rampung Rimbo Data	1,59	10,38	AAAC 70	0,46	0,357
43	Seg F T0162 - F T0162r1 Recloser R Data	0,428	9,67	AAAC 70	0,46	0,357
44	Seg F T0162r1 Recloser Rimbo Data - F T0162r262	0,07	9,59	AAAC 70	0,46	0,357
45	Seg F T0162r262 - F T0162r262r44 Tr Panariak	3,35	0,19	AAAC 70	0,46	0,357
46	Seg F T0162r262 - F T0162r291 Co Kapujan	3,61	9,40	AAAC 70	0,46	0,357

No	Dari - Ke	Panjang (kms)	Arus (A)	Penampang (mm <sup>2</sup> )	R	X j
47	Seg F T0162r291 Co Kapujan - F T0162r298	0,20	9,40	AAAC 70	0,46	0,357
48	Seg F T0162r298 - F T0162r298l2 Co Sapan Karang Putih	0,10	9,40	AAAC 70	0,46	0,357
49	Seg F T0162r298l2 Co Sapan Karang Putih - F T0162r298l61 Tr Karang Putih	3,62	0,88	AAAC 70	0,46	0,357
50	Seg F T0162r298 - F T0162r365	0,26	0,88	AAAC 70	0,46	0,357
51	Seg F T0162r365 - F T0162r365l5 Lbs Depan Kanja Tigo Lurah	0,188	0,59	AAAC 70	0,46	0,357
52	Seg F T0162r365l5 Lbs Depan Kanja Tigo Lurah - F T0162r365l7 Co Simanau	0,24	8,52	AAAC 70	0,46	0,357
53	Seg F T0162r365l7 Co Simanau - F T0162r365l80	3,13	8,41	AAAC 70	0,46	0,357
54	Seg F T0162r365l80 - F T0162r365l80r4 Tr Kuti Anyie Simanau	0,082	0,49	AAAC 70	0,46	0,357
55	Seg F T0162r365l80 - F T0162r365l83 Tr Sd Simanau	11,97	0,49	AAAC 70	0,46	0,357
56	Seg F T0162r365 - F T0162r370 Co Rangkiang Luluih	3,16	7,40	AAAC 70	0,46	0,357
57	Seg F T0162r370 Co R Luluih - F T0162r432	5,56	3,36	AAAC 70	0,46	0,357
58	Seg F T0162r432 - F T0162r432l2 Co Simiso	2,60	0,16	AAAC 70	0,46	0,357
59	Seg F T0162r432l2 Co Simiso - F T0162r432l224 Tr Sei Dareh	19,42	1,07	AAAC 70	0,46	0,357
60	Seg F T0162r432 - F T0162r494 Co Batu Bajanjang	3,16	4,11	AAAC 70	0,46	0,357
61	Seg F T0162r494 Co Batu Bajanjang - F T0162r594 Co Sabik Aie	1,17	2,38	AAAC 70	0,46	0,357
62	Seg F T0162r594 Co Sabik Aie - F T0162r640 Tr Sabik Aie	0,287	0,95	AAAC 70	0,46	0,357
63	Seg F T0162r591 - F T0162r591l348 Tr Data	3,93	0,95	AAAC 70	0,46	0,357

**Tabel 2.** Data-Data Jaringan *Feeder* Danau Bawah Per *Section*

No	Dari - Ke	Panjang (kms)	Arus (A)	Penampang Konduktor (mm <sup>2</sup> )	R	X j
1	Mycable F Sei Nanam	0,04	15,53	XLPE 240	0,125	0,097
2	Seg F D Bawah Gh A Panjang - Tr Ex Pltd Alahan Panjang	0,04	15,53	AAAC 150	0,2162	0,3305
3	Seg F D Bawah Tr Ex Pltd Al Pjg - T0894	0,94	12,88	AAAC 150	0,2162	0,3305
4	Seg F D Bawah T0894 - Tr Usak Dalam	1,02	1,89	AAAC 150	0,2162	0,3305
5	Seg F D Bawah T0894 - T0857	2,036	10,99	AAAC 150	0,2162	0,3305
6	Seg F D Bawah T0857 - Tr Sd Trtk Galundi	0,79	3,34	AAAC 150	0,2162	0,3305
7	Seg F D Bawah T0857 - Lbs Taluak Dlm	0,494	5,33	AAAC 150	0,2162	0,3305
8	Seg F D Bawah Lbs Taluak Dlm - T0837	0,60	5,33	AAAC 150	0,2162	0,3305
9	Seg F D Bawah T0837 - Tr Taluak Dalam	0,14	2,29	AAAC 150	0,2162	0,3305

No	Dari - Ke	Panjang (kms)	Arus (A)	Penampang Konduktor (mm <sup>2</sup> )	R	Xj
10	Seg F D Bawah T0837 - Lbs Blkg Pasar	3,07	3,04	AAAC 150	0,2162	0,3305
11	Seg F D Bawah Lbs Blkg Pasar - T0771	0,566	2,56	AAAC 150	0,2162	0,3305
12	Seg F D Bawah T0771 - Lbsm Panorama	0,29	2,56	AAAC 150	0,2162	0,3305
13	Seg F D Bawah T0771 - T0769	0,07	2,56	AAAC 150	0,2162	0,3305
14	Seg F D Bawah T0769 - T0769142 Tr Air Rarak	2,60	1,66	AAAC 150	0,2162	0,3305
15	Seg F D Bawah T0769142 Tr Air Rarak - T0769154 Sisipan Air Rarak	0,60	1,66	AAAC 70	0,46	0,357
16	Seg F D Bawah T0769 - Lbsm D Bawah	2,968	0,90	AAAC 150	0,2162	0,3305

#### 4.3 Rencana Perubahan Pola Operasi 20 kV

Rencana perubahan pola operasi jaringan 20 kV Feeder Sei Nanam dilakukan dengan merubah *keypoint* dari kondisi *Normally Open* (NO) ke kondisi *Normally Close* (NC) dengan skenario pada tabel 3 dan tabel 4.

**Tabel 3.** Skenario Perubahan *Keypoint* untuk Rekonfigurasi Feeder Sei Nanam

Keypoint	Kondisi saat ini	Kondisi Baru
Lbs Puskesmas	NC	NC
Lbs Pasar Trtk Pauh	NC	NO
Lbs Simpang Tjng Nan 4	NC	NC
Lbs Motorize Lekok Batu Gadang	NC	NC
Rimbo Data	NC	NC

**Tabel 4.** Skenario Perubahan *Keypoint* untuk Rekonfigurasi Feeder Danau Bawah

Keypoint	Kondisi saat ini	Kondisi Baru
Lbs Taluak Dalam	NC	NC
Lbs Belakang Pasar	NC	NC
Lbs Panorama	NO	NC
Lbs Danau Bawah	NC	NC
Rimbo Data	NC	NC

#### 4.4 Perhitungan Pada Feeder Sei Nanam Sebelum Rekonfigurasi

- Tegangan Ujung

Tegangan yang diterima di titik Feeder Sei Nanam dari MVCABLE F S NANAM - F S NANAM T0001 yaitu 20.100 Volt. Sehingga tegangan jatuh sebelum rekonfigurasi dapat dihitung sebagai berikut:

Tegangan Jatuh :

$$V_{dB} = \sqrt{3 \times I \times L (R \cos\phi + j X_L \sin\phi)}$$

$$V_{dB} = \sqrt{3 \times 77,18 \times 0,04 (0,125 \times 0,9 + j 0,097 \times 0,435)}$$

$$|V_{dB}| = \sqrt{0,556^2 + 0,208^2}$$

$$|V_{dB}| = 0,59 \text{ V}$$

Persentase tegangan jatuh :

$$V_{dB} \% = \frac{V_d}{V} \times 100\%$$

$$V_{dB} \% = \frac{0,59 V}{20100 V} \times 100\%$$

$$V_{dB} \% = 0,003 \%$$

Tegangan terima di titik :

$$V_A = V_k - V_{dA}$$

$$V_A = 20.100 - 0,59 V$$

$$V_A = 20.099,41 V$$

Tegangan jatuh antar saluran untuk titik-titik beban yang lain bisa dihitung dengan cara yang sama dan hasilnya pada tabel 6.

- Energi Terselamatkan

*Losses* di titik *Feeder Feeder* Sei Nanam dari MVCABLE F S NANAM - F S NANAM T0001 dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{Losses} = 3 \times i^2 \times \ell \times R$$

$$P_{Losses} = 3 \times 77,18^2 \times 0,04 \times 0,125$$

$$P_{Losses} = 82,65 \text{ Watt}$$

*Losses* antar saluran untuk titik-titik beban yang lain pada *Feeder* Sei Nanam sebelum rekonfigurasi bisa dihitung dengan cara yang sama dan hasilnya pada tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan *Feeder* Sei Nanam Sebelum Rekonfigurasi

No	Dari - Ke	Tegangan (V)			<i>Plosses</i> (Watt)
		Kirim	Diterima	Jatuh (%)	
1	Mvcable F Sei Nanam	20100	20099.41	0,003	82,65
2	Seg F T0001 - F T0027	20099	20023.48	0,38	10573,25
3	Seg F T027 - F T0027r1 Tr Bank Nagari	20023	20023.48	0,00	0,0002
4	Seg F T027 - F T0031 Lbsm Pus A Panjang	20023	20012.50	0,05	1448,25
5	Seg F T0031 Lbsm Pus A Panjang - F T0044	20013	19968.86	0,22	5484,09
6	Seg F T0044 - F T0044r2 Tr Per A Panjang	19969	19968.70	0,00	0,61
7	Seg F T0044 - F T0064	19969	19904.66	0,32	7719,23
8	Seg F T0064 - F T0064r4 Tr Pakan Sabtu	19905	19904.53	0,00	0,18
9	Seg F T0064 - F T0080 Lbsm Pdg Laweh	19905	19860.06	0,22	5027,64
10	Seg F T0080 Lbsm Pdg Laweh - F T0082 Co Pdg Laweh	19860	19854.23	0,03	650,88
11	Seg F T0082 Co Padang Laweh - F T0082r26	19854	19793.03	0,31	6743,69
12	Seg F T0082r26 - F T0082r2618 Tr Sapan Munggu Iii	19793	19792.57	0,00	0,94
13	Seg F T0082r26 - F T0082r90 Tr Parak Tabu	19793	19782.67	0,05	68,59
14	Seg F T0082 Co Pdg Laweh - F T0092 Tr Taratak Pauh	19783	19755.94	0,14	2704,21
15	Seg F T0092 Tr Taratak Pauh - F T009211 Lbs Pasar Taratak Pauh	19756	19755.31	0,00	26,49
16	Seg F T009211 Lbs Pasar Trtk Pauh - F T0092134	19755	19725.34	0,15	1265,62
17	Seg F T0092134 - F T009213419 Tr Pangalian Kayu 2	19725	19724.78	0,00	1,21
18	Seg F T0092134 - F T0092145	19725	19716.68	0,04	274,49

No	Dari - Ke	Tegangan (V)			Plosses (Watt)
		Kirim	Diterima	Jatuh (%)	
19	Seg F T0092145 - F T0092145r23 Tr Air Sanam	19717	19716	0,01	2,13
20	Seg F T0092145 - F T00921103 Lbsm Simpang Tanjung Nan 4	19716	19674	0,21	1316,92
21	Seg F Sei Nanam Lbsm Manuver Simpang Tanjung Nan 4 - Tr Panorama	19674	19670	0,02	112,75
22	Seg F Sei Nanam Tr Panorama - Fsei Nanam Tr Danau Talang	19670	19649	0,11	513,44
23	Seg F Tr Panorama - T0368r124l132l230	19649	19624	0,13	533,26
24	Seg F T0368r124l132l230 - Tr Gurun Data	19624	19623	0,01	2,96
25	Seg F T0368r124l132l230 - Lbs Rimbo Satumpak	19623	19616	0,04	103,05
26	Seg F Lbs R Satumpak - Lbsm Rawang Gdg	19616	19592	0,12	321,74
27	Seg F Lbsm Rawang Gadang - Lbs Kayu Jao	19592	19559	0,17	380,10
28	Seg F T0092 - F T0095 Lbs Taratak Pauh	19559	19555	0,02	206,96
29	Seg F T0095 Lbs Taratak Pauh - F T0102	19555	19545	0,05	512,81
30	Seg F T0102 - F T0102r12 Tr Ngr Trtk Pauh	19555	19554	0,00	0,57
31	Seg F T0102 - F T0107 Tr Sei Nanam	19554	19547	0,04	391,28
32	Seg F T0107 Tr - F T0107r30 Traf Sampie	19547	19543	0,02	25,21
33	Seg F T0107 Tr Sei Nanam - F T0109	19543	19541	0,01	85,57
34	Seg F T0109 - F T0109l14	19541	19530	0,06	394,21
35	Seg F T0109l14 - F T0109l14r13 Tr Batu Sjk	19530	19529	0,00	2,41
36	Seg F T0109l14 - F T0109l15 Tr Limau Puruik Alahan Panjang	19529	19529	0,00	0,02
37	Seg F T0109 - F T0152 Lbsm L Batu Gadang	19529	19497	0,16	1055,52
38	Seg F T0152 Lbsm L Batu Gadang - F T0162	19497	19491	0,03	161,47
39	Seg F T0162 - F T0184	19491	19490	0,05	73,72
40	Seg F T0184 - F T0184r21 Tr SS Bayang	19490	19371	0,01	9,17
41	Seg F T0184 - F T0189 Co R Data Ujung	19371	19370	0,00	0,36
42	Seg F T0189 Co R Data Ujung - F T0251 Tr Bukit Rampung Rimbo Data	19370	19358	0,01	4,90
43	Seg F T0162 - F T0162r1 Recloser R Data	19358	19354	0,00	16,98
44	Seg F T0162r1 Recloser Rimbo Data - F T0162r262	19354	19354	0,61	2276,42
45	Seg F T0162r262 - F T0162r262r44 Tr Pnrk	19354	19353	0,00	0,11
46	Seg F T0162r262 - F T0162r291 Co Kapujan	19353	19327	0,07	237,12
47	Seg F T0162r291 Co Kapujan - F T0162r298	19327	19326	0,02	55,33
48	Seg F T0162r298 - F T0162r298l2 Co Sapan Karang Putih	19326	19325	0,00	9,28
49	Seg F T0162r298l2 Co Sapan Karang Putih - F T0162r298l61 Tr Karang Putih	19325	19323	0,00	0,17
50	Seg F T0162r298 - F T0162r365	19323	19323	0,13	440,47
51	Seg F T0162r365 - F T0162r365l5 Lbs Depan Kanja Tigo Lurah	19323	19323	0,01	24,67
52	Seg F T0162r365l5 Lbs Depan Kanja Tigo Lurah - F T0162r365l7 Co Simanau	19323	19321	0,00	12,21
53	Seg F T0162r365l7 Co Simanau - F T0162r365l80	19321	19301	0,01	3,88
54	Seg F T0162r365l80 - F T0162r365l80r4 Tr Kuti Anyie Simanau	19301	19301	0,00	0,28

No	Dari - Ke	Tegangan (V)			Plosses (Watt)
		Kirim	Diterima	Jatuh (%)	
55	Seg F T0162r365l80 - F T0162r365l83 Tr Sd Simanau	19301	19296	0,00	0,09
56	Seg F T0162r365 - F T0162r370 Co Rangkang Luluh	19296	19278	0,01	23,98
57	Seg F T0162r370 Co R Luluh - F T0162r432	19278	19264	0,10	305,55
58	Seg F T0162r432 - F T0162r432l2 Co Simiso	19264	19264	0,00	0,03
59	Seg F T0162r432l2 Co Simiso - F T0162r432l224 Tr Sei Dareh	19264	19248	0,02	3,97
60	Seg F T0162r432 - F T0162r494 Co Batu Bajanjang	19248	19238	0,09	238,99
61	Seg F T0162r494 Co Batu Bajanjang - F T0162r594 Co Sabik Aie	19238	19236	0,07	86,79
62	Seg F T0162r594 Co Sabik Aie - F T0162r640 Tr Sabik Aie	19236	19236	0,00	0,09
63	Seg F T0162r591 - F T0162r591l348 Tr Data	19236	19233	0,08	30,74
Total				4,46	52049,69

Hasil perhitungan menunjukkan tegangan jatuh sebesar 4,46% atau 877 Volt. Tegangan ujung di Trafo Data (19.233 V) lebih rendah dibandingkan di Pasar Taratak Pauh (19.555 V). Penurunan ini dipengaruhi oleh jarak dari GH Alahan Panjang dan besarnya beban. Oleh karena itu dilakukan rekonfigurasi *Feeder* Sei Nanam melalui pemutusan beban di Pasar Taratak Pauh dengan arus sebesar 28,84 A.

#### 4.5 Perhitungan Pada Feeder Sei Nanam Setelah Rekonfigurasi

Melalui tindakan rekonfigurasi, cabang Pasar Taratak Pauh diubah dari kondisi *Normally Close* (NC) menjadi *Normally Open* (NO) guna menghilangkan kontribusi beban pada penyulang. Setelah rekonfigurasi dilakukan, *Feeder* Sei Nanam dapat dipisahkan secara operasional menjadi dua bagian aliran utama yaitu *Feeder* Sei Nanam Segmen Hulu (GH Alahan Panjang – Air Sanam – Sei Nanam – Rimbo Data – Garabak Data) dan Cabang Pasar Taratak Pauh (Diputus – Tidak Lagi Terhubung ke *Feeder* Sei Nanam). Dengan perhitungan yang sama seperti sebelum rekonfigurasi, didapatkan hasil perhitungan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan *Feeder* Sei Nanam per Titik Beban Setelah Rekonfigurasi

No	Dari - Ke	Tegangan	Tegangan	Tegangan	Plosses (Watt)
		Kirim (V)	Diterima (V)	Jatuh (%)	
1	Mvcable F Sei Nanam	20100	20099,59	0,002	40,13
2	Seg F T0001 - F T0027	20100	20046,68	0,26	5133,82
3	Seg F T027 - F T0027R1 Tr Bank Nagari	20047	20046,68	0,00	0,00
4	Seg F T027 - F T0031 Lbsm Pus Alahan Pjg	20047	20039,22	0,04	669,54
5	Seg F T0031 Lbsm Pus Alahan Pjg - F T0044	20039	20010,24	0,14	2417,81
6	Seg F T0044 - F T0044R2 Tr Perum Alahan Pjg	20010	20010,07	0,00	0,61
7	Seg F T0044 - F T0064	20010	19968,47	0,21	3258,90
8	Seg F T0064 - F T0064R4 Tr Pakan Sabtu	19968	19968,34	0,00	0,18
9	Seg F T0064 - F T0080 Lbsm Pdg Laweh	19968	19940,48	0,14	1974,09
10	Seg F T0080 Lbsm Padang Laweh - F T0082 Co Padang Laweh	19940	19936,86	0,02	251,64

No	Dari - Ke	Tegangan Kirim (V)	Tegangan Diterima (V)	Tegangan Jatuh (%)	Plosses (Watt)
11	Seg F T0082 Co Padang Laweh - F T0082R26	19937	19899,11	0,19	2565,86
12	Seg F T0082R26 - F T0082R26L8 Tr Spn Munggu Iii	19899	19898,65	0,00	0,94
13	Seg F T0082R26 - F T0082R90 Tr Parak Tabu	19899	19888,75	0,05	68,59
14	Seg F T0082 Co Pdg Lwh - F T0092 Tr Trtk Pauh	19889	19873,19	0,08	918,31
15	Seg F T0092 - F T0095 Lbs Taratak Pauh	19873	19869	0,02	206,96
16	Seg F T0095 Lbs Taratak Pauh - F T0102	19869	19859	0,05	512,81
17	Seg F T0102 - F T0102R12 Tr Ngarai Trtk Pauh	19869	19869	0,00	0,57
18	Seg F T0102 - F T0107 Tr Sei Nanam	19869	19861	0,04	391,28
19	Seg F T0107 Tr Sei Nanam - F T0107R30 Traf Sampie Sei Nanam	19861	19857	0,02	25,21
20	Seg F T0107 Tr Sei Nanam - F T0109	19857	19855	0,01	85,57
21	Seg F T0109 - F T0109L14	19855	19844	0,06	394,21
22	Seg F T0109L14 - F T0109L14R13 Tr Batu Sojek	19844	19843	0,00	2,41
23	Seg F T0109L14 - F T0109L15 Tr Limau Puruik Alahan Panjang	19843	19843	0,00	0,02
24	Seg F T0162 - F T0184	19843	19833	0,05	73,72
25	Seg F T0184 - F T0184R21 Tr Sisipan Sariak Byg	19833	19831	0,01	9,17
26	Seg F T0184 - F T0189 Co Rimbo Data Ujung	19831	19831	0,00	0,36
27	Seg F T0189 Co Rimbo Data Ujung - F T0251 Tr Bukit Rampung Rimbo Data	19831	19828	0,01	4,90
28	Seg F T0109 - F T0152 Lbsm L Batu Gadang	19828	19796	0,16	1055,52
29	Seg F T0152 Lbsm L Batu Gadang - F T0162	19796	19790	0,03	161,47
30	Seg F T0162 - F T0162R1 Recloser Rimbo Data	19790	19789	0,00	16,98
31	Seg F T0162R1 Recloser Rmb Dt - F T0162R262	19789	19670	0,60	2276,42
32	Seg F T0162R262 - F T0162R262R44 Tr Pnrk	19670	19670	0,00	0,11
33	Seg F T0162R262 - F T0162R291 Co Kapujan	19670	19657	0,06	237,12
34	Seg F T0162R291 Co Kapujan - F T0162R298	19657	19654	0,02	55,33
35	Seg F T0162R298 - F T0162R298L2 Co Sapan Karang Putih	19654	19653	0,00	9,28
36	Seg F T0162R298L2 Co Sapan Karang Putih - F T0162R298L61 Tr Karang Putih	19653	19653	0,00	0,17
37	Seg F T0162R298 - F T0162R365	19653	19627	0,13	440,47
38	Seg F T0162R365 - F T0162R365L5 Lbs Depan Kanja Tigo Lurah	19627	19625	0,01	24,67
39	Seg F T0162R365L5 Lbs Depan Kanja Tigo Lurah - F T0162R365L7 Co Simanau	19625	19625	0,00	12,21
40	Seg F T0162R365L7 Co Simanau - F T0162R365L80	19625	19622	0,01	3,88
41	Seg F T0162R365L80 - F T0162R365L80R4 Tr Kutu Anyie Simanau	19622	19622	0,00	0,28
42	Seg F T0162R365L80 - F T0162R365L83 Trafo Sd Simanau	19622	19622	0,00	0,09
43	Seg F T0162R365 - F T0162R370 Co Rangkiang Luluhi	19622	19620	0,01	23,98
44	Seg F T0162R370 Co Rangkiang Luluhi - F T0162R432	19620	19600	0,10	305,55
45	Seg F T0162R432 - F T0162R432L2 Co Simiso	19600	19600	0,00	0,03

No	Dari - Ke	Tegangan Kirim (V)	Tegangan Diterima (V)	Tegangan Jatuh (%)	Plosses (Watt)
46	Seg F T0162R432L2 Co Simiso - F T0162R432L224 Tr Sei Dareh	19600	19596	0,02	3,97
47	Seg F T0162R432 - F T0162R494 Co Bt Bnjng	19596	19578	0,09	238,99
48	Seg F T0162R494 Co Batu Bajanjang - F T0162R594 Co Sabik Aie	19578	19564	0,07	86,79
49	Seg F T0162R594 Co Sabik Aie - F T0162R640 Tr Sabik Aie	19564	19563	0,00	0,09
50	Seg F T0162R591 - F T0162R591L348 Tr Data	19563	19547	0,08	30,74
Total				2,83	23.991

Tabel 6 merupakan hasil perhitungan pada seluruh seksi (*section*) dan titik beban di sepanjang *Feeder* Sei Nanam setelah dilakukan tindakan rekonfigurasi berupa pemutusan cabang Pasar Taratak Pauh. Arus pada ruas tersebut berubah menjadi 0 A. Pemutusan cabang ini terbukti memberikan pengaruh terhadap tegangan ujung pada Tafo Data berada pada nilai sebesar 19.547 Volt. Dengan total tegangan jatuh bernilai 562,60 Volt dan persentase ketidakseimbangannya 2,83%.

#### 4.6 Perhitungan Pada Feeder Danau Bawah Sebelum Rekonfigurasi

- Tegangan Ujung

Tegangan yang diterima di titik *Feeder* Danau Bawah dari MVCABLE F Danau Bawah yaitu 20.100 Volt. Sehingga tegangan jatuh sebelum rekonfigurasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_{dB} = \sqrt{3} \times I \times L (R \cos\phi + j X_L \sin\phi)$$

$$V_{dB} = \sqrt{3} \times 15,53 \times 0,04 (0,125 \times 0,9 + j 0,097 \times 0,435)$$

$$|V_{dB}| = 0,12 \text{ V}$$

Persentase tegangan jatuh :

$$V_{dB} \% = \frac{V_d}{V} \times 100\%$$

$$V_{dB} \% = \frac{0,12 \text{ V}}{20100 \text{ V}} \times 100\%$$

$$V_{dB} \% = 0,001 \%$$

Tegangan terima di titik :

$$V_A = V_k - V_{dA}$$

$$V_A = 20.100 - 0,12 \text{ V}$$

$$V_A = 20.099,88 \text{ V}$$

Tegangan jatuh antar saluran untuk titik-titik beban yang lain bisa dihitung dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 7.

- Energi Terselamatkan

*Losses* di titik *Feeder* *Feeder* Sei Nanam dari MVCABLE F Danau Bawah dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{Losses} = 3 \times i^2 \times \ell \times R$$

$$P_{Losses} = 3 \times 77,18^2 \times 0,04 \times 0,125$$

$$P_{Losses} = 82,65 \text{ Watt}$$

*Losses* antar saluran untuk titik-titik beban yang lain pada *Feeder* Danau Bawah sebelum rekonfigurasi bisa dihitung dengan cara yang sama dan hasilnya pada tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan *Feeder* Danau Bawah per Titik Beban

No	Dari - Ke	Tegangan Kirim (V)	Tegangan Diterima (V)	Tegangan Jatuh (%)	<i>Plosses</i> (Watt)
1	Mvcable F Danau Bawah	20100,00	20099,88	0,001	3,35
2	Seg F D Bawah Gh A Pjg - Tr Ex Pltd Alahan Pjg	20099,88	20099,65	0,001	5,48
3	Seg F D Bawah Tr Ex Pltd Alahan Pjg - T0894	20099,65	20094,58	0,025	101,36
4	Seg F D Bawah T0894 - Tr Usak Dalam	20094,58	20093,77	0,004	2,37
5	Seg F D Bawah T0894 - T0857	20093,77	20084,40	0,047	159,50
6	Seg F D Bawah T0857 - Tr Sd Taratak Galundi	20084,40	20083,30	0,005	5,70
7	Seg F D Bawah T0857 - Lbs Taluak Dalam	20083,30	20082,20	0,005	9,10
8	Seg F D Bawah Lbs Taluak Dalam - T0837	20082,20	20080,85	0,007	11,07
9	Seg F D Bawah T0837 - Tr Taluak Dalam	20080,85	20080,72	0,001	0,49
10	Seg F D Bawah T0837 - Lbs Belakang Pasar	20080,72	20076,81	0,019	18,40
11	Seg F D Bawah Lbs Belakang Pasar - T0771	20076,81	20076,21	0,003	2,41
12	Seg F D Bawah T0771 - Lbsm Panorama	20076,21	20075,90	0,002	1,22
13	Seg F D Bawah T0771 - T0769	20075,90	20075,82	0,000	0,30
14	Seg F D Bawah T0769 - T0769L42 Tr Air Rarak	20075,82	20074,02	0,009	4,65
15	Seg F D Bawah T0769L42 Tr Air Rarak - T0769L54 Sisipan Air Rarak	20074,02	20073,26	0,004	2,29
16	Seg F D Bawah T0769 - Lbsm Danau Bawah	20073,26	20072,14	0,006	1,56
Total				0,14	329,22

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 7, tegangan di ujung pada titik LSBM Danau Bawah bernilai 20.072,14 Volt. Persentase ketidakseimbangan 0,14% dengan total tegangan jatuhnya 27,86 Volt.

#### 4.7 Perhitungan Pada *Feeder* Danau Bawah Setelah Rekonfigurasi

Dengan perhitungan yang sama seperti sebelum rekonfigurasi, didapatkan hasil perhitungan pada tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan *Feeder* Danau Bawah Setelah per Titik Beban

No	Dari - Ke	Tegangan Kirim (V)	Tegangan Diterima (V)	Tegangan Jatuh (%)	<i>Plosses</i> (Watt)
1	Mvcable F Danau Bawah	20100,0	20099,7	0,001	21,03
2	Seg F D Bawah Gh A Panjang - Tr Ex Pltd Alahan Panjang	20099,7	20099,1	0,003	34,40
3	Seg F D Bawah Tr Ex Pltd Alahan Pjg - T0894	20099,1	20084,8	0,071	804,20
4	Seg F D Bawah T0894 - Tr Usak Dalam	20084,8	20084,0	0,004	2,37
5	Seg F D Bawah T0894 - T0857	20084,0	20054,7	0,146	1.561,78
6	Seg F D Bawah T0857 - Tr Sd Taratak Galundi	20054,7	20053,6	0,005	5,70
7	Seg F D Bawah T0857 - Lbs Taluak Dalam	20053,6	20047,7	0,030	264,47
8	Seg F D Bawah Lbs Taluak Dalam - T0837	20047,7	20040,5	0,036	321,75
9	Seg F D Bawah T0837 - Tr Taluak Dalam	20040,5	20040,3	0,001	0,49
10	Seg F D Bawah T0837 - Lbs Belakang Pasar	20040,3	20006,4	0,169	1.391,54
11	Seg F D Bawah Lbs Belakang Pasar - T0771	20006,4	20000,2	0,031	247,40
12	Seg F D Bawah T0771 - Lbsm Panorama	20000,2	19997,1	0,016	125,01

No	Dari - Ke	Tegangan Kirim	Tegangan Diterima	Tegangan Jatuh	Losses (Watt)
		(V)	(V)	(%)	
13	Seg F D Bawah T0771 - T0769	19997,1	19997,0	0,000	0,30
14	Seg F D Bawah T0769 - T0769L42 Tr Air Rarak	19997,0	19995,2	0,009	4,65
15	Seg F D Bawah T0769L42 Tr Air Rarak - T0769L54 Sisipan Air Rarak	19995,2	19994,5	0,004	2,29
16	Seg F D Bawah T0769 - Lbsm Danau Bawah	19994,5	19993,3	0,006	1,56
17	Seg F T0092L1 Lbs Psr Trtk Pauh - F T0092L34	19993,3	19963,4	0,150	1.265,62
18	Seg F T0092L34 - F T0092L34L9 Tr Pangalian Kayu 2	19963,4	19962,8	0,003	1,21
19	Seg F T0092L34 - F T0092L45	19962,8	19954,7	0,041	274,49
20	Seg F T0092L45 - F T0092L45R23 Tr Air Sanam	19954,7	19953,6	0,005	2,13
21	Seg F T0092L45 - F T0092L103 Lbsm Simpang Tanjung Nan 4	19953,6	19912,3	0,207	1.316,92
22	Seg F Lbsm Manuver Simpang Tanjung Nan 4 - Tr Panorama	19912,3	19908,3	0,020	112,75
23	Seg F Tr Panorama - Fsei Nanam Tr Danau Tlng	19908,3	19887,2	0,106	513,44
24	Seg F Tr Panorama - T0368R124L132L230	19887,2	19862,0	0,126	533,26
25	Seg F T0368R124L132L230 - Tr Gurun Data	19862,0	19861,0	0,005	2,96
26	Seg F T0368R124L132L230 - Lbs Rimbo Satumpak	19861,0	19853,9	0,035	103,05
27	Seg F Lbs Rimbo Satumpak - Lbsm Rawang Gdg	19853,9	19830,3	0,119	321,74
28	Seg F Lbsm Rawang Gadang - Lbs Kayu Jao	19830,3	19796,7	0,169	380,10
Total				1,52	9.616,60

Hasil perhitungan pada tabel 8 menunjukkan penambahan cabang memberikan pengaruh terhadap tegangan ujung pada *Feeder* Danau Bawah sehingga tegangan Ujung menjadi sebesar 19.796,7 Volt. Penambahan beban ini masih dikategorikan aman karna nilai tegangan jatuh di *Feeder* Danau bawah tidak melebihi dari 5% dan bahkan tidak melebihi dari *Feeder* Sei Nanam. Dengan persentase ketidakseimbangan 1,52 % dan tegangan jatuh bernilai 303,28 Volt.

#### 4.8 Analisa Hasil Perhitungan

**Tabel 9.** Perbandingan Perhitungan Sebelum dan Sesudah Konfigurasi

Uraian	<i>Feeder</i> Sei Nanam				<i>Feeder</i> Danau Bawah			
	Tegangan Ujung (V)	Tegangan Jatuh (V)	% Vd	Losses (Watt)	Tegangan Ujung (V)	Tegangan Jatuh (V)	% Vd	Losses (Watt)
Sebelum Rekonfigurasi	19.233	877,08	4,46	52049,69	20.072,1	27,86	0,14	329,22
Sesudah Rekonfigurasi	19.547	562,60	2,83	23991,75	19.796,7	303,28	1,52	9.616,60
Selisih	314	314,48	1,63	28057,94	275,4	275,4	1,38	- 9287,38

Hasil perhitungan rekonfigurasi jaringan pada tabel 9 menunjukkan perbaikan kualitas tegangan pada *Feeder* Sei Nanam (Trafo Data), di mana tegangan ujung meningkat dari 19.233 V menjadi 19.547 V. Hal ini diikuti dengan penurunan nilai tegangan jatuh sebesar 314 V serta perbaikan persentase tegangan jatuh dari 4,46% menjadi 2,83%. Sebaliknya, *Feeder* Danau Bawah mengalami penurunan kualitas tegangan sebagai konsekuensi

manuver beban, tegangan ujung menurun dari 20.072,14 V menjadi 19.796,72 V, dengan kenaikan persentase tegangan jatuh dari 0,14% ke 1,52%.

Sehingga total Losses dari ke dua Feeder adalah:

$$P_{Total\ sebelum} = P_{Losses\ Sei\ Nanam} + P_{Losses\ Danau\ Bawah}$$

$$P_{Total\ sebelum} = 52.049,69\ W + 329,22\ W$$

$$P_{Total\ sebelum} = 52.378,91\ W$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 9, maka dapat dihitung total *losses* sebelum melakukan rekonfigurasi sebesar:

$$P_{Total\ sesudah} = P_{Losses\ Sei\ Nanam} + P_{Losses\ Danau\ Bawah}$$

$$P_{Total\ sesudah} = 23.991,75\ W + 9.616,60\ W$$

$$P_{Total\ sesudah} = 33.608,35\ W$$

Maka dapat dihitung perbaikan *losses* dengan melakukan rekonfigurasi sebesar:

$$P_{Safe} = P_{Total\ Sebelum} - P_{Total\ Sesudah}$$

$$P_{Safe} = 52.378,91\ W - 33.608,35\ W$$

$$P_{Safe} = 18.770,56\ W$$

$$P_{Safe} = 18,77\ kW$$

Energi yang dapat diselamatkan dengan melakukan rekonfigurasi *Feeder* Danau Bawah adalah sebesar:

$$W_{Safe} = P_{safe} \times 1\ Bulan$$

$$W_{Safe} = 18,77\ kW \times 720\ h$$

$$W_{Safe} = 13.514,8\ kWh$$

$$\begin{aligned} Gain\ yang\ diperoleh\ per\ bulan &= Perbaikan\ Susut \times Harga\ Jual\ Rata-rata \\ &= 13.514\ Kwh \times Rp.1444,7 \\ &= Rp. 19.524.831 \end{aligned}$$

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh hasil analisis pada *Feeder* Sei Nanam dan *Feeder* Danau Bawah, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rekonfigurasi dengan memindahkan cabang LBS Pasar Taratak Pauh dari Feeder Sei Nanam ke Feeder Danau Bawah berhasil meningkatkan tegangan ujung Feeder Sei Nanam (titik TR Bukit Rampung Rimbo Data) dari 19.233 V menjadi 19.547 V.
2. Rekonfigurasi dengan memindahkan beban cabang LBS Pasar Taratak Pauh berhasil meningkatkan tegangan ujung Feeder Sei Nanam dari 19.233 V menjadi 19.547 V, sekaligus menurunkan persentase tegangan jatuh dari 4,46% ke 2,83%. Meskipun *Feeder* Danau Bawah mengalami penurunan tegangan menjadi 19.796,7 V akibat tambahan arus, langkah ini secara keseluruhan meningkatkan efisiensi sistem dengan total penghematan energi mencapai 13.514,8 kWh per bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Roza, Y. Ananda, L. A. Siregar, and A. A. Nasution, "Analisa Energi Terselamatkan SUTT 150 kV Tanpa Pemadaman Di PT. PLN (Persero) Unit

- Pelayanan Transmisi (UPT) Medan,” *Rekayasa Elektrikal dan Energi*, vol. 3, no. 2, pp. 77–84, 2021.
- [2] A. Q. Qurraisyn, H. Latupeirissa, and E. T. Mbitu, “Analisis Jatuh Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah (Jtr) 380/220 Volt Gardu Distribusi Ktatnt020 BTN Kanawa,” *Jurnal ELKO (Elektrikal dan Komputer)*, vol. 4, no. 2, Nov. 2023, doi: 10.54463/je.v4i2.111.
- [3] A. S. Sampeallo, W. F. Galla, and R. M. Sare, “ANALISIS RUGI DAYA INSTALASI JARINGAN TEGANGAN RENDAH LABORATORIUM RISET TERPADU LAHAN KERING KEPULAUAN UNDANA,” *Jurnal Media Elektro*, pp. 67–74, Jan. 2019, doi: 10.35508/jme.v0i0.677.
- [4] D. Abdullah and B. Badaruddin, “Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan dan Simulasi Etap 16.0 Pada JTR GD KRDB di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Serang Kota,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 1, p. 24, Feb. 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i1.004.
- [5] A. Asmaul, M. R. Anwar, A. Hafid, and A. Faharuddin, “Analisis Drop Tegangan Pada Gardu Distribusi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) PT.PLN (PERSERO) ULP KAREBOSI,” *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 2, pp. 222–233, 2024.
- [6] W. A. Oktaviani, D. G. Saputri, and T. Barlian, “Analisis Drop Tegangan Untuk Menilai Tingkat Keandalan Saat Manuver Jaringan Pada Penyulang Kikim dan Parkit P.T. PLN Area Palembang,” *Electrician*, vol. 13, no. 3, pp. 83–88, Oct. 2019, doi: 10.23960/elc.v13n3.2128.
- [7] A. B. Saifu, M. Mansur, and S. Hay, “STUDI PERENCANAAN SALURAN KABEL TEGANGAN MENENGAH PADA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER (STUDI KASUS PT. PLN (PERSERO) UNIT RAHA),” *Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, vol. 2, no. 3, Aug. 2017, doi: 10.33772/jfe.v2i3.7903.
- [8] T. M. Asyadi, “Perbaikan Tegangan Ujung Pada Jaringan Distribusi 20 kV Di GH Tangse ULP Beureunuen,” *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 2023, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:259565470>
- [9] R. Ariyanti and Y. Widharto, “IDENTIFIKASI PENYEBAB SUSUT ENERGI LISTRIK PT PLN (PERSERO) AREA SEMARANG MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS (FMEA),” *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 8, no. 1, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23259>