BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam mendukung berbagai aktivitas masyarakat, baik pada sektor rumah tangga, fasilitas umum, maupun kegiatan ekonomi. Untuk menjamin kontinuitas dan kualitas pelayanan tenaga listrik, diperlukan sistem distribusi yang mampu menyalurkan energi listrik dari gardu distribusi hingga ke pelanggan secara efisien. Salah satu bagian penting dalam sistem distribusi adalah Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 220/380 Volt yang berfungsi menyalurkan energi listrik dari transformator distribusi menuju pelanggan akhir. (Soedjarwanto et al., 2024).

Dalam proses penyaluran energi listrik melalui jaringan distribusi, tidak seluruh energi yang disalurkan dapat diterima oleh pelanggan. Sebagian energi mengalami kehilangan atau rugi-rugi daya (power losses) akibat resistansi penghantar, panjang saluran, kualitas sambungan, serta kondisi pembebanan jaringan. Selain itu, jatuh tegangan (voltage drop) juga dapat terjadi pada jaringan distribusi, terutama pada pelanggan yang berada jauh dari sumber suplai. Rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang berlebihan dapat menurunkan efisiensi sistem distribusi serta mempengaruhi kualitas pelayanan tenaga listrik yang diterima pelanggan. (Soedjarwanto et al., 2024).

Lembang Angin-Angin merupakan salah satu wilayah yang berada di Kecamatan Kesu', Kabupaten Toraja Utara. Wilayah ini memiliki aktivitas masyarakat yang memerlukan ketersediaan energi listrik untuk menunjang berbagai kebutuhan sehari-hari. Keberadaan fasilitas pendidikan di Lembang Angin-Angin,

seperti SD Negeri 4 Kesu dan beberapa satuan pendidikan lainnya, menunjukkan bahwa jaringan listrik di wilayah tersebut juga mendukung aktivitas pelayanan masyarakat selain kebutuhan rumah tangga.

Kondisi wilayah dengan aktivitas masyarakat yang beragam menyebabkan kebutuhan energi listrik dapat berubah sesuai dengan waktu penggunaan. Pada pelanggan rumah tangga, penggunaan peralatan listrik umumnya tidak berlangsung pada tingkat beban yang sama sepanjang hari. Perubahan penggunaan beban tersebut menyebabkan arus yang mengalir pada jaringan juga mengalami perubahan. Kondisi ini menjadi penting untuk diperhatikan karena jaringan tegangan rendah harus menyalurkan energi listrik kepada pelanggan dengan tetap mempertahankan kualitas tegangan dan efisiensi penyaluran.

Wilayah Lembang Angin-Angin yang berada dalam daerah pelayanan PT PLN (Persero) ULP Rantepao merupakan salah satu wilayah yang dilayani melalui jaringan distribusi tegangan rendah dengan karakteristik beban yang didominasi oleh pelanggan rumah tangga dan beberapa fasilitas umum. Sebaran pelanggan yang cukup luas menyebabkan panjang jaringan distribusi menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam analisis rugi-rugi daya. Jaringan distribusi di wilayah ini menggunakan penghantar udara berisolasi jenis NFA2X yang merupakan penghantar yang digunakan pada sistem distribusi tegangan rendah. Namun demikian, panjang penghantar dan kondisi pembebanan tetap menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas penyaluran energi listrik.

Berdasarkan hasil observasi awal di lapangan, distribusi beban pada masing-masing fasa belum sepenuhnya seimbang karena sebagian besar pelanggan

menggunakan sambungan satu fasa. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan arus antar fasa yang kemudian menimbulkan arus netral pada sistem distribusi tiga fasa empat kawat. Arus netral yang mengalir pada penghantar netral akan menimbulkan rugi-rugi daya tambahan sehingga dapat menurunkan efisiensi penyaluran energi listrik. Oleh karena itu, kondisi pembebanan pada masing-masing fasa perlu diperhatikan dalam mengevaluasi kinerja jaringan tegangan rendah di Lembang Angin-Angin.

Berdasarkan data awal penelitian, jaringan distribusi di lokasi penelitian disuplai oleh transformator distribusi berkapasitas 100 kVA dengan sistem tiga fasa empat kawat. Hasil pengukuran menunjukkan adanya perbedaan arus yang cukup signifikan antar fasa sehingga mengindikasikan terjadinya ketidakseimbangan beban. Kondisi tersebut perlu dianalisis lebih lanjut karena dapat meningkatkan rugi-rugi daya pada penghantar maupun penghantar netral. Apabila kondisi ini dibiarkan dalam jangka panjang, maka efisiensi sistem distribusi dapat menurun dan kualitas tegangan yang diterima pelanggan berpotensi tidak memenuhi standar pelayanan yang ditetapkan.

PT PLN (Persero) melalui SPLN dan PUIL telah menetapkan bahwa sistem distribusi tenaga listrik harus beroperasi dengan tingkat rugi-rugi daya yang masih berada dalam batas yang diperbolehkan serta menjaga kualitas tegangan pada sisi pelanggan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap besarnya rugi-rugi daya dan kondisi tegangan pada jaringan distribusi menjadi penting untuk mengetahui tingkat efisiensi sistem yang sedang beroperasi. Hasil evaluasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan teknis, seperti penyeimbangan beban antar fasa,

perbaikan sambungan penghantar, pemeliharaan jaringan, maupun pengembangan sistem distribusi di masa mendatang.

Penelitian mengenai evaluasi rugi-rugi daya pada jaringan tegangan rendah di wilayah Lembang Angin-Angin menjadi penting karena belum terdapat data penelitian yang menunjukkan secara rinci besarnya rugi-rugi daya yang terjadi serta kesesuaiannya dengan standar PLN. Melalui penelitian ini akan dilakukan pengukuran dan analisis terhadap parameter jaringan, meliputi tegangan, arus tiap fasa, arus netral, daya yang disalurkan, serta rugi-rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi aktual jaringan distribusi tegangan rendah di wilayah Lembang Angin-Angin, sekaligus menjadi bahan pertimbangan bagi PT PLN (Persero) dalam upaya meningkatkan efisiensi penyaluran energi listrik dan kualitas pelayanan kepada pelanggan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, berikut rumusan maslah yang akan diteliti :

1.1 Bagaimana besar rugi–rugi daya yang terjadi pada jaringan tegangan rendah 220/380 Volt di wilayah Lembang Angin - angin?

1.2 Bagaimana kesesuaian persentase rugi–rugi daya terhadap batas pada standar yang digunakan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut **:**

1. Menentukan besarnya rugi–rugi daya yang terjadi pada jaringan tegangan rendah 220/380 Volt di wilayah Lembang Angin - angin.
2. Mengevaluasi kesesuaian persentase rugi–rugi daya yang terjadi pada

jaringan tegangan rendah 220/380 Volt di wilayah Lembang Angin- angin terhadap standar yang digunakan sebagai acuan penilaian kinerja jaringan distribusi tenaga listrik.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini ditetapkan untuk memperjelas ruang lingkup kajian, sehingga penelitian dapat dilaksanakan secara fokus, terarah,dan selaras dengan tujuan yang telah ditentukan:

1. Penelitian dilakukan pada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) 220/380 Volt di wilayah Lembang Angin- angin yang berada dalam area pelayanan PT PLN (Persero) ULP Rantepao.
2. Analisis difokuskan pada perhitungan rugi-rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi tegangan rendah berdasarkan data hasil pengukuran lapangan.
3. Rugi-rugi daya yang dihitung meliputi rugi-rugi daya pada penghantar jaringan (I^2R losses), rugi-rugi daya akibat arus netral, dan rugi-rugi daya akibat arus ke tanah.
4. Perhitungan tidak mencakup rugi-rugi internal transformator, seperti rugi inti (core losses) dan rugi tembaga transformator (copper losses), sehingga analisis hanya difokuskan pada sisi jaringan tegangan rendah setelah transformator distribusi.
5. Data yang digunakan dalam penelitian meliputi tegangan, arus tiap fasa, arus netral, faktor daya, panjang penghantar, dan tahanan penghantar yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan serta data teknis PT PLN (Persero).
6. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan rugi-rugi daya terhadap standar teknis PT PLN (Persero) yang digunakan sebagai acuan penilaian

kinerja jaringan distribusi tenaga listrik.

7. Penelitian tidak membahas aspek kualitas daya lainnya seperti harmonisa, flicker, faktor daya pelanggan secara individual, maupun analisis keandalan sistem distribusi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro, khususnya terkait analisis dan evaluasi rugi–rugi daya pada jaringan tegangan rendah 220 Volt. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademik bagi penelitian selanjutnya yang membahas topik serupa, terutama dalam penerapan perhitungan rugi–rugi daya dan evaluasinya berdasarkan standar PT PLN (Persero).

2. Manfaat Praktis

a. Bagi PT PLN (Persero) ULP Rantepao

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai besarnya rugi–rugi daya yang terjadi pada jaringan tegangan rendah 220 Volt di wilayah Lembang Angin-angin, serta menjadi bahan evaluasi teknis terhadap kesesuaian kondisi jaringan dengan standar PLN. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam upaya peningkatan efisiensi dan keandalan sistem distribusi tenaga listrik.

b. Bagi Masyarakat/Konsumen

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi secara tidak langsung dalam

peningkatan kualitas penyaluran tenaga listrik, khususnya dari sisi kestabilan tegangan dan efisiensi daya, sehingga konsumen dapat memperoleh pelayanan listrik yang lebih andal dan sesuai standar.

c. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan metodologis dan teknis bagi peneliti lain yang akan melakukan penelitian sejenis, khususnya terkait pengukuran lapangan, perhitungan rugi–rugi daya, dan evaluasi jaringan distribusi tegangan rendah berdasarkan standar PLN.