

PENGARUH BEBAN LEBIH (*OVER LOAD*) TERHADAP *NEW HIGH-SPEED FUSE* (NH FUSE) PADA GARDU DISTRIBUSI DI PT. PLN (Persero) UNIT LAYANAN PELANGGAN (ULP) KUPANG

Adrianus Mance Lewar¹, Fransiskus F. Goe Ray², Crispinus P. Tamal³, Renold H. Modok⁴

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan

Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang.

¹adrianusanno23@gmail.com

Abstract - This study aims to analyze the effect of overload on the performance of New High-Speed Fuse (NH Fuse) at distribution substations operated by PT PLN (Persero) Customer Service Unit (ULP) Kupang. Overload occurs when the electrical current exceeds the nominal capacity of distribution equipment, which leads to temperature rise, phase imbalance, and high neutral current. These conditions may accelerate NH fuse deterioration, cause faster fuse trips, and reduce the reliability of the distribution system.

A quantitative method was employed, involving direct measurement of load currents on phases R, S, T, and N, followed by regression analysis to determine the magnitude of the overload effect on NH fuse performance. The results show that overload has a significant impact on NH fuse operation. Higher currents exceeding the fuse rating accelerate heating of the fusible element, causing the fuse to trip more quickly. Phase imbalance was also identified as a major factor contributing to high neutral current and early fuse damage. The study concludes that overload is directly proportional to the risk of HN fuse failure and tripping in distribution substations proper load balancing between phase and selecting fuse ratings that match the transformer load capacity are assential to maintain sysstem reliability within the ULP Kupang service area.

Keywords: Overload, Nh Fuse, Distribution Substation, Electric Power Distribution

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beban lebih (overload) terhadap kinerja New High-Speed Fuse (NH Fuse) pada gardu distribusi di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kupang. Beban lebih merupakan kondisi ketika arus yang mengalir melebihi kapasitas nominal peralatan distribusi, sehingga dapat menyebabkan peningkatan suhu, ketidakseimbangan beban antar fasa, serta arus netral yang tinggi. Kondisi tersebut berpotensi mempercepat kerusakan NH fuse, memicu pemutusan (trip) lebih cepat, dan menurunkan keandalan sistem distribusi.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui pengukuran langsung arus beban pada fasa R, S, T, dan N, kemudian dianalisis menggunakan regresi untuk mengetahui besar pengaruh beban lebih terhadap NH fuse. Hasil penelitian menunjukkan bahwa overload memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pemutusan NH fuse. Semakin tinggi arus beban yang melampaui nilai nominal fuse, semakin cepat NH fuse mengalami pemutusan akibat peningkatan suhu pada elemen fusible. Ketidakseimbangan beban antar fasa juga ditemukan menjadi salah satu penyebab utama munculnya arus netral yang tinggi serta percepatan kerusakan fuse.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah beban lebih berbanding lurus dengan risiko kerusakan dan pemutusan NH fuse pada gardu distribusi. Pemerataan beban antar fasa dan pemilihan fuse sesuai kapasitas beban menjadi langkah penting untuk menjaga keandalan sistem distribusi listrik di wilayah kerja ULP Kupang.

Kata kunci – Kata kunci: Beban Lebih, NH Fuse, Gardu Distribusi, Distribusi Tenaga listrik

I. PENDAHULUAN

Tenaga listrik adalah daya dan kemampuan yang berasal dari proses gesekan mekanis dan kimiawi yang menghasilkan aliran gesekan elektron serta di salurkan melalui perantara alat penghantar berupa kabel yang dapat diubah menjadi energi cahaya, gerak, panas, dan bunyi

sehingga dapat digunakan secara efektif dan efisien untuk mempermudah kinerja manusia (Wati, 2019)

Sistem tenaga listrik sangatlah luas dan kompleks karena terdiri dari komponen peralatan atau mesin listrik seperti generator, transformator, beban dan alat -alat pengaman dan pengaturan yang saling berhubungan dan membentuk suatu sistem yang digunakan untuk membangkitkan, menyalurkan, dan menggunakan energi listrik. Terdapat tiga bagian penting dalam proses penyaluran tenaga listrik yang saling berkaitan dan

membentuk suatu sistem tenaga listrik yaitu sistem pembangkitan, transmisi dan distribusi (Prasetyo, 2020)

Proses penyaluran tenaga listrik merupakan peran yang vital pada perkembangan masyarakat karena dengan adanya tenaga listrik berbagai kegiatan masyarakat dan aktifitas industri dapat di laksanakan. Sumber tenaga/daya diperoleh dari pembangkit yang kemudian disalurkan dengan menggunakan tegangan tinggi yang sering disebut penyaluran transmisi. Tujuannya supaya mengurangi rugi daya dan menghemat dalam proses penyaluran jarak jauh. Selanjutnya tegangan tinggi dirubah menjadi tegangan menengah dan tegangan rendah pada gardu induk dan gardu distribusi untuk disalurkan kepada konsumen. Proses penyaluran ini dinamakan proses penyaluran distribusi (Ananda, 2024).

Pada sistem tenaga listrik tidak lepas dari gangguan yang mengakibatkan putusnya penyaluran tenaga listrik. Gangguan listrik adalah gangguan karena adanya hubungan secara langsung antara fasa (fasa R-S, R-T, fasa S-T atau fasa R-S-T yang terhubung secara langsung) atau fasa ke tanah yang terjadi pada sistem tenaga listrik di pusat listrik (pembangkit), gardu induk, gardu distribusi ataupun jaringan tegangan menengah. Jika gangguan-gangguan tersebut tidak diatasi maka dapat menyebabkan energi listrik. Ada banyak macam-macam proteksi, salah satunya adalah *New High-speed fuse* (NH fuse). *New High-speed fuse* (NH fuse) merupakan proteksi yang pada umumnya digunakan pada jaringan tegangan rendah, Jika penggunaan *New High-speed fuse* (NH fuse) yang tidak sesuai dengan standar, maka dapat mempengaruhi kabel jaringan tegangan rendah (JTR) dan umur transformator. Maka dari itu harus dilakukan pemeriksaan terhadap kesesuaian pemakaian *New High-speed fuse* (NH fuse) pada panel hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR) untuk mempertahankan masa umur transformator dan kabel JTR. (Suryawan I. K., 2020).

Pada dasarnya PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kupang, mengalami kendala dalam menyalurkan energi listrik. Untuk kendala tersebut dikarenakan adanya gangguan yang terjadi pada sistem distribusi yang diakibatkan oleh arus lebih arus lebih pada 3 sampel gardu distribusi yaitu gardu KA 163, KA 148, dan KA 006. Alasan mengambil 3 sampel gardu ini yaitu karena pada gardu- gardu tersebut sering mengalami gangguan dimana salah satunya yaitu sering terjadi kerusakan yang disebabkan oleh arus lebih yang dimana mengakibatkan rusak atau putusnya *New High-speed fuse* (NH fuse). Untuk hal ini menunjukan bahwa perlu adanya tindakan terhadap masa *New High-speed fuse* (NH fuse) tersebut. Dimana untuk *New High-speed fuse* (NH fuse) yang telah rusak atau putus tidak dapat diperbaiki, melainkan diganti dengan *New High-speed fuse* (NH fuse) yang baru. Untuk kendala ini dibiarkan secara terus-menerus maka akan menyebabkan terjadinya penurunan keandalan sistem distribusi dan kualitas energi listrik pada pengoperasian sistem distribusi, maka diperlukan kualitas dan tingkat keandalan yang baik, dimana salah satunya adalah dengan memastikan pemakaian *New High-speed*

fuse (NH fuse) yang terpasang harus sesuai dengan kapasitas beban pada trafo, mengingat pentingnya *New High-speed fuse* (NH fuse) bagi transformator terhadap kondisi arus lebih disisi tegangan rendah (Arifin, 2017).

Pada penelitian ini, peneliti memilih lokasi yang telah mengalami perkembangan atau perubahan, baik perubahan jaringan atau perkembangan sistem beban, peneliti memilih lokasi peneliti di PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) KUPANG. Dikarenakan penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penyebab terjadinya Beban Lebih (*Over Load*) terhadap *New High-speed fuse* (NH fuse) pada gardu distribusi. Hal tersebut dilihat dari gangguan dari luar sistem seperti kerusakan peralatan jaringan, kegagalan fungsi peralatan jaringan, kesalahan pada alat pendeteksi dari kerusakan pemutus beban, serta gangguan tegangan lebih yang dapat disebabkan oleh surja hubung atau surja petir dan juga kegagalan isolasi yang dapat menyebabkan arus besar atau impedansi diantara konduktor fasa atau antara penghantar fasa dan tanah. Untuk mencegah kerusakan peralatan secara tiba-tiba, gardu distribusi perlu dipelihara secara rutin. handal dalam sistem penyaluran.

Beban lebih (*over load*) merupakan kondisi di masa sistem listrik menerima arus yang melebihi kapasitas yang seharusnya ditangani. Pada sistem distribusi tenaga listrik, salah satu komponen penting yang berperan dalam pengaman jaringan adalah *New High-speed fuse* (NH fuse), *New High-speed fuse* (NH fuse) digunakan untuk melindungi peralatan distribusi dari kerusakan akibat arus lebih. Jika *fuse* tidak mampu berfungsi dengan baik dalam kondisi *over load*, hal ini dapat menyebabkan gangguan jaringan yang berdampak pada kualitas distribusi energi listrik. Dengan meningkatkan permintaan energi listrik dari pelanggan, potensi terjadinya *over load*, hal ini dapat menyebabkan gangguan jaringan yang berdampak pada kualitas distribusi energi listrik. Dengan meningkatnya permintaan energi listrik dari pelanggan, potensi terjadinya *over load* semakin besar yang dapat mempengaruhi kinerja *New High-speed fuse* (NH fuse) dan stabilitas gardu distribusi. Penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis dampak dari beban lebih terhadap *New High-speed fuse* (NH fuse) dan menentukan langkah-langka pencegahan yang tepat. Gardu distribusi merupakan komponen vital dalam sistem kelistrikan yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik kepada konsumen. Beban lebih yang terjadi dapat mempengaruhi kinerja kerja perangkat, termaksud *New High-speed fuse* (NH fuse). Mengingat pentingnya *New High-speed fuse* (NH fuse) bagi gardu distribusi terhadap kondisi arus lebih disisi tegangan rendah, maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Beban Lebih (*Over Load*) Terhadap *New High-speed fuse* (NH fuse) Pada Gardu Distribusi”.

II. LANDASAN TEORI DAN METODE

2.1 Distribusi Tenaga Listrik

a. Sistem Jaringan Ditribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama, yaitu pembangkit, saluran transmisi dan sistem distribusi.

1. Sistem pembangkit

Pada sistem pembangkit. Disinilah tenaga listrik pertama kali dihasilkan, karena ada turbin penggerak mula dan generator yang menghasilkan listrik. Biasanya di pusat pembangkit listrik terdapat gardu induk, peralatan utama di gardu induk meliputi trafo yang menaikkan tegangan generator (11,5 kV) menjadi tegangan transmisi tegangan tinggi (150 kV) serta peralatan keselamatan dan regulator.

2. Sistem transmisi

Saluran transmisi adalah sistem penyaluran tenaga listrik skala besar dari generator ke pusat beban. Penggunaan saluran transmisi tergantung pada besarnya daya yang harus disalurkan dari pusat pembangkit ke pusat beban dengan jarak penyaluran yang relatif jauh antara pusat pembangkit dengan pusat beban. Sistem transmisi menyediakan daya tegangan tinggi yang digunakan untuk mengurangi rugi-rugi transmisi akibat jatuh tegangan.

3. Sistem distribusi

Sistem distribusi merupakan jaringan yang langsung terhubung dengan beban. Tenaga listrik dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan yang berkisar antara 6 kV sampai 20 kV. Tegangan listrik ini dihasilkan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV, atau 500 kV, dengan transformator penaik tegangan pada gardu induk untuk kemudian disalurkan melalui saluran transmisi.

b. Transformator

Transformator tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi. Dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal (Rosalina *et al*, 2023).

Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu maka cara pemeliharaan juga dituntut sebaik mungkin. Oleh karena itu transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem dan peralatan yang benar, baik dan cepat. Untuk itu regu pemeliharaan harus mengetahui bagian-bagian transformator dan bagian-bagian mana yang perlu diawasi melebihi bagian yang lain. Berdasarkan tegangan operasinya dapat dibedakan menjadi transformator 500/150 kv dan 150/70 kv biasa disebut *Interbus Transformator* (IBT). Transformator 150/20 kv dan 70/20 kv disebut juga trafo distribusi. Titik netral transformator ditanahkan sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan atau proteksi, sebagai contoh transformator 150/70 kv ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kv dan transformator 70/20 kv ditanahkan dengan tahanan rendah atau tahanan tinggi atau langsung di sisi netral 20 kv nya (Khoironi, 2021).

Transformator dapat dibagi menurut fungsinya atau pemakaian seperti:

1. Transformator mesin (pembangkit)
2. Transformator Gardu induk
3. Transformator Distribusi Transformator dapat juga dibagi menurut kapasitas dan tegangan seperti
4. Transformator Besar
5. Transformator Sedang
6. Transformator Kecil

c. Konstruksi Bagian-Bagian Transformator

a. Inti Besi

Berfungsi untuk mempermudah jalan *fluksi*, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh *Eddy Current*.

b. Kumparan Transformator

Adalah beberapa lilitan kawat berisolasi yang membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap antar kumparan dengan isolasi padat seperti karton, pertinak dan lain-lain. Kumparan tersebut sebagai alat transformasi tegangan dan arus.



Gambar 2.2 Kumparan Trafo Distribusi (Pratama, 2023)

a. Minyak Transformator

Sebagian besar kumparan-kumparan dan inti trafo tenaga direndam dalam minyak trafo, terutama trafo-trafo tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai isolasi dan media pemindah, sehingga minyak trafo tersebut berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi.

b. Bushing

Hubungan antara kumparan trafo ke jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai pengamanan.

c. Tangki Konsefeto

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo berada (ditempatkan) dalam tangki. Untuk menampung pemuaian minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator (Tiasmoro, 2021).

2.2 Gardu Distribusi

(Sinongka, 2016), Pengertian gardu distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah sebuah bangunan gardu listrik yang berisi atau terdiri dari instalasi perlengkapan hubung bagi tegangan menengah (PHB-TM), transformator distribusi dan perlengkapan hubung bagi tegangan rendah

(PHB-TR) untuk memasuki kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan tegangan menengah (TM 20 KV) maupun tegangan rendah (TR 220/380 Volt). Dalam gardu distribusi ini biasanya digunakan transformator distribusi yang berfungsi untuk menurunkan tenaga Listrik dari jaringan distribusi tegangan tinggi menjadi tegangan terpakai pada jaringan distribusi tegangan rendah (*step down transformer*) misalkan tegangan 20 kv menjadi tegangan 380 volt atau 220 volt. Sedangkan transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan Listrik (*step up transformer*), hanya digunakan pada pusat pembangkit tenaga Listrik agar tegangan yang didistribusikan pada suatu jaringan Panjang (*log line*) tidak mengalami penurunan tegangan (*voltage drop*) yang berarti tidak melebihi ketentuan *voltage drop* yang diperkenankan 5% dari tegangan semula.

A. Jenis gardu distribusi

a. Jenis Pemasangannya :

- 1) Gardu pasang luar : gardu portal, gardu cantol
- 2) Gardu pasangan dalam : gardu beton, gardu kios.

b. Jenis konstruksinya

- 1) Gardu beton (bangunan sipil : batu, beton)
- 2) Gardu tiang : gardu portal dan gardu cantol
- 3) Gardu kios jenis penggunaannya :
- 4) Gardu pelanggan umum
- 5) Gardu pelanggan khusus

B. Macam-Macam Gardu Distribusi

a. Gardu Beton

Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan *switching*/proteksi, terangkai di dalam bangunan sipil yang di rancang, di bangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton. Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.



Gambar 2.5 Gardu Beton

(Robert ropo, 2018)

b. Gardu Portal

Gardu portal adalah gardu Listrik tipe terbuka (*Out Door*) dengan memakai konstruksi dua tiga atau lebih. Tempat kedudukan transformator sekurang- kurangnya 3 meter di atas tanah dan ditambahkan platform sebagai fasilitas kemudahan kerja teknisi operasi dan pemeliharaan.



Gambar 2.6 Gardu Porta

(Bonne kupang, 2016)

c. Gardu Cantol

Gardu cantol menggunakan transformator yang terpasang adalah jenis CSP (*Completely Self Protectedtransformen*) yaitu peralatan *Switching* dan proteksinya suda terpasang lengkap dalam tengki transformator.



Gambar 2. 7 Gardu Cantol

(Bonne kupang, 2016)

d. Gardu Kios

Kotak tempat peralatan Listrik terbuat dari bahan besi. Gardu kios bukan merupakan gardu permanen tetapi hanya merupakan gardu sementara, sehingga dapat mudah untuk berpinda-pinda



Gambar 2.8 Gardu Kios (Bonne kupang, 2016)

e. Gardu Hubung Singkat GH atau *Switching Substation*

Gardu Hubung disingkat GH atau *Switching Substation* adalah gardu yang berfungsi sebagai sarana manuver pengendali beban listrik jika terjadi gangguan aliran listrik, program pelaksanaan pemeliharaan atau untuk maksud mempertahankan kontinuitas pelayanan. Isi dari instalasi gardu hubung adalah rangkaian saklar beban (*Load Break Switch – LBS*), dan atau pemutus tegangan menengah.

Konstruksi gardu hubung sama dengan gardu distribusi tipe botan. Pada ruang dalam gardu hubung dapat dilengkapi dengan ruang untuk gardu distribusi yang terpisah dan ruang untuk sarana pelayanan kantor jarak jauh dapat berada pada ruang yang sama dengan ruang gardu hubung, namun terpisah dengan ruang gardu distribusinya.

C. Komponen Gardu Distribusi

Gardu Distribusi terdiri dari beberapa komponen utama yang berperan penting dalam proses penyaluran Listrik, di antaranya:

1. Trafo Distribusi: berfungsi untuk menurunkan tegangan dari tegangan menengah (20 Kv) ke tegangan rendah (400/230 V) yang dapat digunakan oleh konsumen.
2. Pemutus Sirkuit (*Circuit Breaker*) berfungsi sebagai alat pengaman yang akan memutus aliran arus jika terjadi gangguan.
3. Busbar: digunakan digunakan sebagai penghubung antara peralatan dan gardu.

D. Standar Pemeliharaan Gardu Distribusi

PT PLN (Persero) ULP Kupang memiliki standar operasional prosedur (SOP) yang mengatur tentang pemeliharaan gardu distribusi. SOP ini mencakup metode pemeriksaan, jadwal pemeliharaan, serta kriteria kondisi peralatan yang harus dipenuhi agar gardu distribusi dapat beroperasi secara optimal. Standar ini disesuaikan dengan regulasi dan peraturan yang berlaku di Indonesia, termasuk peraturan Menteri ESDM tentang ketenagalistrikan.

E. Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Keandalan Gardu Distribusi

Keandalan gardu distribusi dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain:

- 1) Kondisi fisik komponene: komponene seperti transformator dan panel distribusi harus berada dalam kondisi yang baik agar gardu dapat berfungsi secara optimal.
- 2) Kondisi lingkungan: factor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan polusi udara dapat mempengaruhi kinerja peralatan di gardu distribusi.
- 3) Kualitas pemeliharaan: pemeliharaan yang harus dilakukan secara tepat dan rutin akan memperpanjang usia pakai gardu serta mengurangi resiko gangguan.
4. Beban Listrik: beban Listrik yang berlebih dapat menyebabkan peralatan di gardu mengalami overheating, sehingga meningkatkan resiko kerusakan.

F. Teknologi Dalam Pemeliharaan gardu Distribusi

Pemanfaatan teknologi dalam pemeliharaan gardu distribusi semakin berkembang. PT PLN telah mengadopsi beberapa teknologi modern untuk

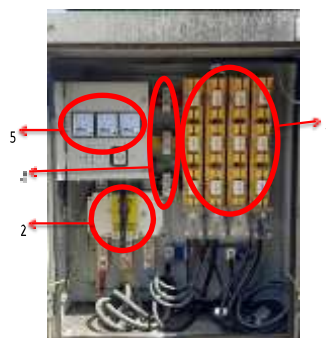
meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemeliharaan, seperti:

- 1) System scada (*Supervisory Control and Data Acquisition*): teknologi ini digunakan untuk memantau kondisi gardu secara realtime dari pusat kendali sehingga gangguan dapat dideteksi lebih cepat.
- 2) Drones: penggunaan drone untuk inspeksi fisik gardu didistribusi di daerah yang sulit dijangkau secara manual.
- 3) Sensor lot (*Internet Of Things*) sensor yang dipasang pada komponent gardu distribusi untuk memantau kondisi peralatan dan memberikan peringatan dini jika ada indikasi kerusakan.

G. Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah

panel hubung bagi tegangan rendah (PHB TR) adalah perlengkapan hubung bagi yang di pasang pada sisi TR atau sisi sekunder trafo sebuah gardu distribusi baik gardu beton, gardu kios, gardu portal, maupun gardu cantol. Berikut gambar BHB TR. PBH TR berfungsi untuk mengamankan trafo distribusi dari arus lebih yang disebabkan karena hubung singkat pada jaringan tegangan rendah maupun karena beban lebih. Pada PHB-TR terdapat pengaman *Nieder Spannung Hoch Leistung fuse* (*New High-speed fuse* (NH fuse) atau sekering. *New High-speed fuse* (NH fuse) adalah komponen pengaman kelistrikan yang berfungsi sebagai pengaman arus lebih dan hubung singkat. Sebenarnya *New High-speed fuse* (NH fuse) memiliki fungsi yang sama dengan *fuse* lainnya, yang embedkan hanya pada kapasitasnya, *New High-speed fuse* (NH fuse) dapat digunakan untuk tegangan menengah atau untuk pengaman arus yang besar. *New High-speed fuse* (NH fuse) sering digunakan sebagai pengaman untuk trafo pada tiang listrik tegangan menengah. Didalam *New High-speed fuse* (NH fuse) terdapat kawat lebur yang berfungsi sebagai penghantar arus dan juga sebagai pengaman dari beban lebih dan hubung singkat.

H. Komponen PHB-TR



Gambar 2.13 Komponen PHB – TR (Widharma, 2020).

Keterangan Gambar :

- 1 . Kerangka PHB – TR
- 2 . Saklar Utama

- 3 . *New High-speed fuse (NH fuse)*
- 4 . Rel Tembaga
- 5 . Alat Ukur Arus (I) dan Tegangan (V)
- 6 . Lampu Indikator

I. Kerangka PHB-TR

Kerangka merupakan box panel listrik yang berfungsi melindungi dan sebagai tempat peletakan semua komponen / perlengkapan di dalamnya. Panel ini terbuat dari benda logam anti karat yang dilengkapi dengan kunci pintu agar aman dari tindakan pencurian.

J. Saklar Utama

Saklar Utama berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik dari output transformator menuju rel tembaga (untuk pembagian jurusan) yang nantinya akan diteruskan ke jaringan tegangan rendah. Saklar utama ini berbentuk seperti tuas (pegangan) yang dapat dioperasikan dengan cara mengarahkannya ke kiri atau ke kanan.

K. New High-Speed Fuse (NH Fuse)

New High-speed fuse (NH fuse) merupakan alat proteksi (pengaman) yang ada di dalam PHB TR, *New High-speed fuse (NH fuse)* akan bekerja dengan cara melebur apabila nilai arus melewati batas maksimum *New High-speed fuse (NH fuse)* yang terpasang, akibat adanya gangguan. Apabila *New High-speed fuse (NH fuse)* melebur maka aliran listrik yang terhubung ke JTR terputus. Didalam *New High-speed fuse (NH fuse)* terdapat kawat lebur yang berfungsi sebagai penghantar arus dan juga sebagai pengaman dari beban lebih dan hubung singkat. Pada penggunaannya *New High-speed fuse (NH fuse)* dipasang pada dudukan atau biasa disebut holder..

New High-speed fuse dirancang untuk melindungi peralatan listrik dari arus lebih dan hubung singkat dengan kapasitas arus yang besar, seringkali lebih dari 100 kA. Sekring ini banyak digunakan pada gardu distribusi, panel distribusi listrik, dan trafo tegangan menengah. Ukuran dan rating *New High-speed fuse (NH fuse)* tersedia dalam berbagai ukuran dan rating arus, sesuai dengan kebutuhan sistem kelistrikan. Contohnya, ukuran 00/000 dengan rating arus 6 sampai 160 A dan ukuran 4a dengan rating arus 500 sampai 1.250 A. Pemilihan ukuran yang tepat penting untuk memastikan perlindungan yang efektif terhadap peralatan listrik (Al Hafizh, 2024). Untuk menentukan ukuran *New High-speed fuse (NH fuse)* yang tepat, dapat digunakan rumus berikut:

$$I = P / (V \times \sqrt{3})$$

- I = Arus (A)
- P = Daya (VA)
- V = Tegangan (Volt)

L. Rel Tembaga

Rel Tembaga pada PHB TR berfungsi untuk menghubungkan sirkuit utama (saklar utama) ke beberapa jurusan. Ada 3 rel tembaga untuk fasa dan 1 rel untuk netral. *Output* dari saklar utama dihubungkan dengan rel tembaga ini.

M. Pada Alat Ukur Arus (I) dan Tegangan (V)

PHB TR yang moderen telah dilengkapi dengan alat ukur arus dan tegangan yang memudahkan teknisi listrik untuk mengetahui nilai besaran arus dan tegangannya. Alat ukur ini terpasang pada bagian dalam panel.

N. Pentanahan

Sistem pentanahan pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengaman langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi.

O. Lampu Indikator

Lampu indikator / kontrol pada PHB TR berfungsi sebagai penanda adanya tegangan fasa R, S dan T. Lampu ini dipasang di pintu panel agar dapat memudahkan teknisi PLN mengetahui apakah setiap Fasa masih ada tegangan atau tidak.

P. Komponen Pendukung

Suatu PHB TR modern dilengkapi dengan beberapa komponen pendukung seperti lampu penerangan di dalam panel yang memberikan penerangan teknisi untuk melihat kondisi di dalam panel saat malam hari. Selain itu ada terminal kotak kontak yang dapat digunakan oleh teknisi sebagai sumber listrik. Terdapat juga MCB (miniatur circuit breaker) yang berfungsi sebagai alat proteksi dari komponen seperti lampu, alat ukur, dan kontak-kontak.

Q. Penelitian Yang Relevan

Adapun penelitian yang relevan yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Syarif Hidayat, Supridi Legiono, yang berjudul pergantian *New High-speed fuse (NH fuse)* akibat beban lebih pada PHB TR di gardu MI0238 di PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Mengwi. Menyimpulkan bahwa PHB TR berfungsi sebagai penghubung dan pemisah daya listrik dari output transformator tegangan rendah. Dalam PHB TR terdapat komponen salah satunya *New High-speed fuse (NH fuse)* dimana berfungsi sebagai pemutus arus dan pengaman terhadap arus lebih dan hubung singkat. Pada PHB TR MI0238 yang berlokasi di pererengan dimana terjadi terbakarnya NH fuse pada jurusan 2 fasa R dengan rating *New High-speed fuse (NH fuse)* terpasang sebesar 100A. Peneliti ini menggunakan metode perhitungan pada NH fuse guna mengetahui rating *New High-speed fuse (NH fuse)* yang seharusnya terpasang. Maka setelah dilakukan perhitungan didapati bahwa pengguna rating 100A untuk trafo 100kVA sudah tepat di pasang namun penyebab terbakarnya *New High-speed fuse (NH fuse)* dikarenakan arus pada jurusan 2 fasa R melebihi dari rating *New High-speed fuse (NH fuse)* terpasang yaitu sebesar 111A sedangkan untuk trafo 250kVA Menggunakan rating *New High-speed fuse (NH fuse)* sebesar 160A.

R. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah dasar pemikiran dari peneliti (argumentasi peneliti) yang dilandasi konsep-konsep dari teori-teori yang relevan guna memecahkan masalah topik penelitian **Pengaruh Beban Lebih Terhadap *New High-speed fuse (NH Fuse)* Pada Gardu Distribusi Di**

PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kupang.

1. Pengaruh Beban Lebih Terhadap *New High-speed fuse* (NH Fuse) Pada Gardu Distribusi

Beban lebih atau overload pada gardu distribusi dapat mempengaruhi kinerja peralatan distribusi, termaksud *New High-speed fuse* (NH fuse). *New High-speed fuse* (NH fuse) berfungsi sebagai proteksi terhadap arus lebih atau gangguan yang dapat merusak sistem distribusi. Jika terjadi overload, *New High-speed fuse* (NH fuse) akan bekerja untuk memutuskan aliran listrik guna melindungi peralatan distribusi. PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kupang perlu memonitor pengaruh beban lebih terhadap kinerja *New High-speed fuse* (NH fuse) agar sistem distribusi tetap aman dan efisien. Beban lebih terjadi ketika total daya yang di tarik oleh beban melebihi kapasitas desain dari sistem distribusi, yang dapat menyebabkan peningkatan suhu dan kerusakan pada komponen listrik. *New High-speed fuse* (NH fuse) adalah jenis fuse atau sekering yang digunakan pada sistem distribusi untuk melindungi peralatan listrik dari kerusakan akibat arus lebih. Kinerja *New High-speed fuse* (NH fuse) dalam menghadapi overload sangat krusial dalam menjaga keselamatan sistem. Beban lebih yang berkelanjutan dapat menyebabkan pemanasan berlebihan pada *New High-speed fuse* (NH fuse), yang akhirnya akan mengakibatkan fuse terputus atau rusak, yang akan menyebabkan gangguan distribusi listrik.

2. Berapa Beras Pengaruh Beban Lebih Terhadap *New High-speed fuse* (NH Fuse) Pada Gardu Distribusi

Jika arus yang mengalir melebihi batas yang ditemukan (*overload*), *New High-speed fuse* (NH fuse) akan segera memutuskan rangkaian listrik untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Oleh karena itu, beban lebih dapat menyebabkan *New High-speed fuse* (NH Fuse) terputus lebih sering jika kondisi overload terjadi secara berkepanjangan. Beban lebih menyebabkan arus yang mengalir melalui sekering lebih besar dari nilai nominal, yang menyebabkan elemen terputus sekering menghasilkan panas berlebihan. Ini dapat mempercepat penuaan elemen pemutus dan mengurangi umur sekering.

New High-speed fuse (NH fuse) yang sering terpapar beban lebih, meskipun tidak mencapai nilai arus yang cukup tinggi untuk memutuskan, dapat mengalami kerusakan dini pada elemen pemutusannya. Ini dapat membuat sekering lebih sensitif terhadap arus lebih tinggi dan meningkatkan kemungkinan kegagalan sekering masa depan. Beban lebih yang terjadi secara terus-menerus juga dapat menyebabkan ketidaktepatan dalam perlindungan sistem distribus. Jika fuse dipasang dengan rating yang terlalu dekat dengan beban normal, maka kemungkinan fuse cepat terputus dapat meningkat, yang bisa mengganggu pasokan listrik. Jika *New High-speed fuse* (NH fuse) terlalu lambat dalam memproses kondisi beban lebih, maka peralatan listrik yang dilindungi oleh sekering tersebut dapat mengalami kerusakan akibat arus yang berlebihan.

A. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif, yang digunakan untuk mendapatkan data yang terjadi pada masa lampau atau saat ini, tentang keyakinan, pendapat, karakteristik, perilaku hubungan variabel dan untuk menguji hipotesis tentang variabel sosiologi dan psikologi dari sampel yang diambil dari populasi tertentu, berupa:

1. Metode Pengambilan Data

- Studi Wawancara (diskusi), melakukan tanya jawab dengan dosen pembimbing dan orang-orang yang berkompeten di dalam bidang kelistrikan seperti pihak PLN.
- Studi lapangan, merupakan metode untuk mengambil data dan mengumpulkan data secara langsung ditempatkan objek penelitian terhadap komponen listrik yang bermasalah (NH fuse), dimana pengambilan data dilakukan dengan cara observasi yaitu metode dengan cara mengamati secara langsung untuk menemukan data-data yang lebih akurat mengenai tugas akhir ini. (Augoestien, 2017).
- Studi Pustaka, merupakan metode pengambilan data dengan menggunakan referensi pada buku atau jurnal guna menemukan informasi berkaitan dengan data-data yang dibutuhkan.

2. Metode Analisis

Metode analisis merupakan penulisan menggunakan beberapa rumus yang berkaitan dengan objek yang diteliti sebagai bahan utama penyusunan proposal ini.

3. Uji Persyaratan

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normal tidaknya suatu distribusi data. Uji normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan uji kolmogorov-smirnov. Teknik uji kolmogorov-Smirnov dilakukan apabila data yang akan diuji merupakan data tunggal atau data frekuensi tunggal, bukan data alam distribusi frekuensi kelompok. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan rumus kolmogorov-Smirnov menggunakan SPSS 21.0 dengan kriteria pengujian jika nilai signifikan $Asymp.Sig. < 0.05$, maka data tersebut dinyatakan tidak normal. Adapun rumus yang digunakan adalah rumus dinyatakan tidak normal. Adapun rumus yang digunakan adalah rumus kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut:

$$X^2 \sum ki = 1 \frac{(O_i - E_i)}{E_i}$$

Keterangan :

X² – nilai x²

O_i = Nilai Observasi

E_i = Nilai Harapan

N = Banyaknya angka pada data.

Sumber: (Supardi: 2013: 134)

4. Uji Homogenitas

Tujuan dilakukan uji homogenitas pada dasarnya adalah untuk mengetahui kesamaan varians dari data yang diperoleh. Melalui uji homogenitas dapat diketahui apakah keduanya kelompok data mempunyai varians yang sama atau tidak. Jika kedua kelompok mempunyai varians yang sama maka kelompok tersebut dikatakan homogen. Uji homogenitas dengan uji F (fisher) dapat dilakukan apabila data yang akan diuji hanya 2 (dua) kelompok data/sampel. Uji F dilakukan dengan cara membandingkan varian data terbesar dibagi varians/data terkecil. Adapun rumus yang digunakan dalam uji F (fisher) adalah sebagai berikut:

$$F_{\text{Hitung}} = \frac{R^2/K}{(1-R^2)(n-k-1)}$$

Keterangan :

R^2 = Koefisien determinasi

N = Jumlah data atau khusus

K = Jumlah variabel independent

Maka kriteria pengujian, penelitian ini jika $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ diterima.

Sebaliknya, jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak.

3.9 Teknik Analisis Data

Menurut Sugiyono (2013) Analisis data merupakan kegiatan setelah data dari seluruh responden atau sumber data lain terkumpul. Kegiatan dalam analisis data adalah suatu proses pengolahan dan menginterpretasikan data dengan tujuan untuk mendudukkan berbagai informasi sesuai dengan fungsinya sehingga memiliki makna dan arti yang jelas sesuai dengan tujuan penelitian.

1) Mengetahui adanya pengaruh beban lebih terhadap *New High Speed Fuse* (NH fuse) di gardu distribusi dan mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan akibat beban lebih pada fasa R, S, dan T, terhadap *New High Speed Fuse* (NH Fuse).

Untuk menjawab rumusan masalah satu yaitu adakah pengaruh beban lebih terhadap *New High Speed Fuse* (NH Fuse) di gardu distribusi dan juga rumusan masalah 2 yaitu berapa besar pengaruh beban lebih pada fasa R, S, dan T, terhadap *New High Speed Fuse* (NH Fuse) di gardu distribusi digunakan teknik analisis data yaitu regresi berganda.

Regresi berganda adalah metode analisis statistik yang digunakan untuk memprediksi nilai suatu variabel dependen (Y) berdasarkan dua atau lebih variabel independen. Maka dalam hal ini variabel bebasnya (beban lebih pada fasa R, S, dan T, terhadap *New High Speed Fuse*/NH Fuse) dan variabel terikatnya (Pengaruh beban lebih pada fasa R, S, dan T, terhadap *New High Speed Fuse* (NH Fuse) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rumus} = I_b - I_n$$

Keterangan:

I_b = Arus Beban

I_n = Kapasitas NH fuse

Sumber: PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik), dan IEC.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Dan Hasil Penelitian

Penelitian Ini Dilaksanakan Di PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kupang Yang Terletak Di Jalan Palapa No. 27 Oebobo, Kec. Oebobo Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, Yang Mengalami Beban Lebih (Over Load) Terhadap New High Speed Fuse (NH Fuse) Pada Gardu Distribusi. Beban lebih (overload) pada jaringan distribusi sering terjadi, bebab lebih (over load) merupakan kondisi dimana sistem listrik menerima arus yang melebihi kapasitas yang seharusnya di tangani, penyebab Beban lebih (over load) pada jaringan distribusi adalah terjadi arus listrik yang mengalir melebihi kapasitas nominal dari peratan distribusi seperti transformator, kabel maupun New High speed fuse (NH fuse). Beberapa penyebab utama beban lebih (over load) pada jaringan distribusi di lingkup kerja PLN (Persero) Unit layanan Pelanggan (ULP) Kupang, seperti penambahan pelanggan baru tanpa peningkatan kapasitas gardu distribusi, penggunaan peralatan listrik berdaya tinggi oleh konsumen rumah tangga atau industri, ketidakseimbangan beban antara fasa bisa mengakibatkan distribusi beban yang tidak merata pada sistem tiga fasa menyebabkan salah satu fasa mengalami beban lebih (over load). Menurut (Sebayang, 2013) dalam bukunya yang berjudul Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, over load terjadi karena beban yang terpasang pada trafo melebihi kapasitas maksimum yang dapat dipikul trafo dimana arus beban melebihi arus beban penuh (full load) dari trafo. Overload akan menyebabkan trafo menjadi panas dan kawat tidak sanggup menahan beban, sehingga timbul panas yang mengakibatkan naiknya suhu lilitan, kenaikan tersebut mengakibatkan rusaknya trafo. Beban lebih pada New High speed fuse (NH fuse) pada Gardu Distribusi murni diakibatkan

oleh pelanggan, menurut hasil wawancara langsung dengan petugas PLN (Admin Teknik), Overload terjadi diawali oleh beban yang pincang atau tidak merata di tiap fasa pada gardu distribusi. Beban yang dihasilkan tergantung pemakaian oleh pelanggan. Jika beban yang dihasilkan sudah atau hampir melewati batas kapasitas transformator maka akan menyebabkan trafo jebol, yang mengakibatkan pada rusaknya transformator. Selain itu rusaknya trafo juga mengakibatkan kerugian bagi pelanggan dan juga perusahaan (PLN). Bagi pelanggan akan terjadi rusaknya alat – alat elektronik di rumah, sedangkan bagi perusahaan akan mengakibatkan kerugian pada aset, karena harga transformator yang sangat mahal. Transformator dikatakan over load diawali dengan putusnya *New High speed fuse* (NH Fuse). *New High speed fuse* (NH Fuse) putus karena beban sudah melewati batas toleransi dari transformator atau Ampere lebih. Masing masing trafo memiliki batas toleransi yang berbeda-beda yaitu 25 KVA batas toleransinya sebesar 36 Ampere, 50 KVA memiliki batas toleransi 72 A, 100 KVA batas toleransi 144 Ampere, 160 KVA batas toleransi 231 Ampere, 200. Cara melakukan pengukuran dan perhitungan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Pertama-tama mempersiapkan peralatan penelitian, yaitu Tang Ampere, alat tulis, dan kamera sebagai media dokumentasi. Setelah itu melakukan pengukuran arus pada gardu yang mengalami *over load*, melakukan pengukuran arus total tiap fasa, tegangan primer tiap fasa, dan tegangan sekunder. Setelah melakukan pengukuran arus beban pada gardu dan kemudian mengamati daya trafo yang terpakai, kemudian menghitung persentase pembebanan. Perhitungan persentase pembebanan berdasarkan rumus yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Jika Beban yang dihitung sudah melewati batas antara 40% -80 dikatakan *over load* (beban telah melewati kapasitas).

4.2 Penyajian Persyaratan Pengelolaan Data

Sebelum pengolahan data (Pengujian hipotesis) dilakukan, terlebih dahulu dilakukan uji

persyaratan data pengolahan data. Adapun uji persyaratan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Uji Normalitas Data

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui normal tidaknya suatu distribusi data. Uji normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Teknik uji kolmogroff-Smirnov dilakukan apabila data yang akan diuji merupakan data tunggal atau data frekuensi tunggal, bukan data dalam distribusi frekuensi kelompok. Uji normalitas dilakukan dengan mempergunakan rumus kolmogrov-smirnov menggunakan IBM SPSS 21.0 dengan kriteria pengujian jika nilai signifikan Asymp. Sig < 0,05 maka data tersebut dinyatakan tidak normal. Uji ini dilakukan pada saat peneliti melakukan pengukuran nilai.

Tabel 4.1 uji normalitas data pengaruh beban lebih terhadap nh fuse setelah pengukuran.

	fasa R	fasa S	fasa T
N	30	30	30
Mean	218,000	213,966	214,100
Std. Deviation	48,3657	49,8020	43,8872
Absolute	,122	,076	,171
Positive	,099	,076	,171
Negative	-,122	-,070	-,099
Kolmogorov-Smirnov Z	,666	,415	,934
Asymp. Sig. (2-tailed)	,766	,995	,347

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

Tabel diatas membuktikan dengan nilai signifikansi hasil uji kolmogrov-smirnov. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel menunjukan bahwa nilai signifikansi (sig) untuk pengaruh beban lebih terhadap New High Speed Fuse (NH fuse) pada fasa R,S,T terbukti bahwa nilai-nilainya lebih besar dari 0,05 atau fasa R (0,766), S (0,995), T (0,347) > 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

uji homogenitas dalam penelitian ini menggunakan Fisher menggunakan SPSS versi 21.0. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kedua sampel tersebut memiliki variasi yang homogen atau tidak homogen. Untuk melakukan pengujian tersebut maka dapat digunakan taraf signifikansi sebesar $\alpha = 0,05$ dengan hipotesis sebagai berikut:

Ho : Varians Populasi Data Adalah Homogen

Ha : Varians Populasi Data Adalah Tidak Homogen

Data yang dipakai dalam pengujian homogenitas ini adalah pengaruh beban lebih terhadap New High Speed Fuse (NH fuse) untuk lebih meyakinkan lagi bahwa data tersebut memiliki varians yang sama (homogen), dilakukan uji fisher dengan bantuan program SPSS 21.0 dan menghasilkan output seperti yang tertera pada tabel dibawah.

Tabel 4.2 uji homogenitas data setelah pengukuran

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	8533,598	3	2844,533	1,617	,209 ^b
Residual	45727,868	26	1758,764		
Total	54261,467	29			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), fasa T, fasa S, fasa R

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel diatas diperoleh nilai signifikansi (sig) sebesar 0,209. Nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ ($0,209 > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang sama atau bersifat homogen, dengan mengacu pada teori dan hasil pengujian normalitas dan homogenitas dengan menggunakan IBM SPSS versi 21.0 yang menunjukkan data normal dan homogenitas. Berdasarkan hasil uji anova diperoleh nilai F hitung sebesar 1,617 dengan tingkat signifikasikan (sig) sebesar 0,209, maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut bersifat homogen.

Tabel 4.3 uji regresi berganda pengaruh beban lebih terhadap nh fuse setelah pengukuran

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	5,120	55,727		,092	,927
fasa R	,306	,170	,342	1,798	,084
fasa S	,807	,161	,806	,045	,965
fasa T	,135	,164	,136	,732	,471

a. Dependent Variable: Y

Berdasarkan hasil analisis regresi pada tabel coefficients, diperoleh nilai uji t parsial untuk masing-masing variabel independen, yaitu fasa R, fasa S, dan fasa T. Variabel fasa R memiliki

nilai t sebesar 1,798 dengan nilai signifikansi sebesar 0,084. Nilai signifikansi $> 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel fasa R tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Y). Namun demikian, nilai signifikansi yang mendekati batas 0,05 menunjukkan bahwa fasa R memiliki pengaruh yang relatif kuat namun belum signifikan secara statistik. Selanjutnya, variabel fasa S memiliki nilai $t > 0,045$ dengan nilai signifikansi 0,965 karena nilai signifikansinya jauh diatas 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa fasa S tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel Y. Begitu pula dengan variabel fasa T yang memiliki nilai $t > 0,732$ dengan nilai signifikansi 0,471, juga menunjukan tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap Y. Sementara itu, nilai konstanta (constant) $> 5,120$ dengan signifikansi 0,927 menunjukkan bahwa nilai konstanta tidak signifikan. Secara keseluruhan, hasil uji t menunjukkan bahwa tidak ada variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Y) pada tingkat signifikansi 0,05. Meskipun demikian, variabel fasa R memiliki pengaruh paling dominan dibandingkan fasa S dan fasa T, karena memiliki nilai t dan koefisien regresi yang paling tinggi.

4.3 Pembahasan Hasil Penelitian

a. Pengaruh beban lebih terhadap NH Fuse pada gardu distribusi.

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan IBM SPSS 21.0 dapat diketahui bahwa nilai korelasi antara variabel menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test, diperoleh nilai signifikasikan sebesar 0,995. Ini lebih besar dari taraf signifikansi 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data penelitian distribusi normal. Hasil analisis pada tabel ANOVA menunjukan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,209, lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variabel bebas secara simultan berpengaruh terhadap variabel terikat. Hal ini berarti model regresi yang digunakan dalam penelitian ini layak dan mampu menjelaskan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Dan hasil analisis dari tabel

coefficients menunjukkan nilai koefisien regresi (β) t-hitung, dan signifikan (sig.) untuk masing-masing variabel bebas. Dari output dapat dilihat bahwa terdapat variabel bebas yang memiliki nilai sig. $< 0,05$, artinya variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Berdasarkan hasil pengujian, dapat diinterpretasikan bahwa meskipun tidak semua variabel bebas berpengaruh secara signifikan, namun secara simultan variabel-variabel tersebut tetap memiliki kontribusi terhadap variabel terikat.

Menurut A.S Pabla, (2019) akibat beban lebih tiap fasa yang tidak seimbang, maka akan mengalir arus pada penghantar netral. Jika di hantaran penghantar netral terdapat nilai tahanan dan dialiri arus, maka penghantar netral akan bertegangan dan menyebabkan tegangan pada transformator menjadi tidak seimbang. Maka untuk meminimalisir pembebanan pada gardu distribusi perlu dilakukan perbaikan dan perhitungan di lapangan. Oleh karena itu perhitungan sangatlah penting untuk mengetahui nilai beban lebih pada gardu distribusi dan juga kapan transformator diganti dengan yang baru. Dalam perhitungan ini persentase pembebanan sangat berperan penting karena persentase pembebanan merupakan langkah awal untuk menentukan suhu lilitan serta perkiraan susut umur transformator. Diduga terdapat pengaruh beban lebih terhadap persentase pembebanan trafo.

Dari beberapa pendapat para ahli diatas maka penulis menyimpulkan bahwa ketidakseimbangan beban dalam suatu system distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab beban lebih adalah pada beban-beban pada pelanggan jaringan tegangan rendah 220/380 V. Sehingga kemampuan atau batasan-batasan yang dialirkan pada beban tidak dapat optimal. Akibat beban lebih tersebut munculah arus netral pada penghantar netral transformator. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan nilai persentase pembebanan listrikpun meningkat dan untuk meminimalisir terjadinya nilai persentase berlebihan maka pihak PLN melakukan pemerataan beban dengan cara memindahkan beban pada salah

satu fasa yang nilainya lebih besar ke beban fasa yang lebih rendah sesuai dengan standar persentase pembebanan yang telah ditetapkan oleh PT.PLN (Persero) ULP Kupang yaitu kurang dari 10%.

b. Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Beban Lebih Terhadap New High-Speed Fuse (NH Fuse) Pada Gardu Distribusi

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan IBM SPSS VERSI 21.0 dapat diketahui bahwa nilai korelasi antar variabel pengaruh beban lebih yang mempengaruhi pembebanan setelah melakukan pengukuran 0,342 Nilai tersebut menunjukkan bahwa beban lebih yang mempengaruhi persentase pembebanan setelah pengukuran mempunyai korelasi yang tinggi. Berdasarkan hasil analisis regresi menunjukkan bahwa variable beban lebih yang mempengaruhi persentase pembebanan yang dihasilkan nilai signifikansi (sig) $< 0,005 < 0,05$ dengan demikian ada pengaruh signifikan variable beban lebih yang mempengaruhi nh fuse tersebut terbukti.

Pada sistem distribusi tiga fasa daya listrik dibangkitkan disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang. Beban fasa seimbang merupakan beban dimana arus mengalir pada beban-beban simetris sehingga untuk menganalisis beban-beban se seperti ini biasanya diasumsikan disuplai oleh tegangan simetris. Namun pada kenyataan pembebanan terus menerus terjadi pada transformator sehingga dapat menyebabkan naiknya suhu lilitan pada trafo baik lilitan primer maupun sekunder. Suhu lilitan yang naik menyebabkan pemburukan isolasi pada transformator. Pada dasarnya pembebanan ini terjadi karena adanya sambungan SR yang tidak memperhatikan kapasitas daya trafo distribusi. Beban yang sdah melebihi batas ditandai dengan *fuse* atau *sekring* pada gardu akan panas dan mengeluarkan asap jika terlalu berlebihan. Jika hal tersebut terjadi dan tidak segera melakukan penyeimbangan maka dapat menyebabkan fasa tersebut akan bersinggung dengan fasa lain dan akan membuat trafo tersebut meledak.

Menurut Sriwahyuni Rahim (2017) beban lebih suatu sistem distribusi listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Pola penyambungan SR pada proses sambung baru tidak memperhatikan kondisi beban fasa pada gardu distribusi antar fasa tidak merata. Akibat beban lebih tersebut menimbulkan adanya arus netral yang mengalir pada trafo. Semakin besar ketidakseimbangan beban antar fasa maka aliran arus di netral trafo akan semakin besar sehingga susutnya energy yang akan ditimbulkan semakin besar. Dan yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan dimana ketiga vektor arus sama besar, dengan ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lainnya. Sedangkan yang dimaksud dengan beban lebih adalah keadaan dimana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada tiga yaitu: ketiga vector sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain, ketiga vector tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain, ketiga vector tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.

Dari beberapa pendapat para ahli diatas maka penulis menyimpulkan bahwa faktor yang menyebabkan beban lebih dalam suatu system distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangannya adalah pada beban-beban pada pelanggan jaringan tegangan rendah 220/380 V. Sehingga kemampuan atau batasan-batasan yang dialirkan pada beban tidak dapat optimal. Akibat beban lebih tersebut munculah arus netral pada penghantar netral transformator. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan nilai persentase pembebanan listrikpun meningkat dan untuk meminimalisir terjadinya nilai persentase berlebihan maka pihak PLN melakukan pemerataan beban dengan cara memindahkan beban pada salah satu fasa yang nilainya lebih besar ke beban fasa yang lebih rendah sesuai dengan standar persentase pembebanan yang telah ditetapkan oleh PT.PLN Persero ULP Kupang yaitu kurang dari 10%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh beban lebih terhadap NH fuse pada gardu distribusi maka dapat disimpulkan:

1. Pengaruh beban lebih terhadap new high speed fuse (nh fuse) di gardu distribusi, dari hasil analisis data arus beban pada garu distribusi, diperoleh bukti bahwa beban lebih memberikan pengaruh nyata terhadap kinerja nh fuse kondisi beban yang melebihi kapasitas nominal arus fuse menyebabkan peningkatan suhu yang tinggi sehingga nh fuse lebih cepat putus dibandingkan dengan kondisi beban normal. Besar pengaruh beban lebih terhadap new high speed fuse (nh fuse) di gardu distribusi, hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat pengaruh beban lebih cukup signifikan, ditunjukkan dengan meningkatnya arus beban yang melebihi nilai nominal fuse. Semakin besar persentase kelebihan beban semakin singkat waktu nh fuse mengalami pemutusan (trip). Dengan demikian, besar pengaruh beban lebih berbanding lurus dengan risiko gangguan dan pemutusan pada gardu distribusi.
2. Beban lebih (overload) memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap NH Fuse (sekring tipe nh fuse) yang dirancang khusus untuk bereaksi terhadap arus berlebih dan memutuskan sirkuit untuk mencegah kerusakan yang lebih parah, nh fuse memiliki elemen yang kawat di dalamnya yang dirancang meleleh pada suhu tertentu. Ketika terjadi beban lebih, arus yang mengalir melebihi batas arus pengenal (*rated current*) sekring, menyebabkan kawat tersebut memanaskan lebih cepat. Hubungan antara arus lebih dan waktu putus sekring bersifat terbalik (*inversely proportional*) artinya semakin besar arus beban lebih semakin cepat fuse bereaksi dan putus. Beban lebih adalah salah satu penyebab paling umum dari putusnya nh fuse, terutama di jaringan distribusi listrik seiring bertambahnya jumlah pelanggan atau peningkatan konsumsi daya yang tidak seimbang, secara singkat nh fuse sangat

sensitif terhadap arus berlebih dalam jumlah besar (hubung singkat) dan kurang sensitif terhadap beban lebih kecil yang berlangsung lama, namun tetap akan putus jika arus berlebih tersebut signifikan dan berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] Al Hafizh, M. R. (2024). Studi Pengaruh Beban Tak Seimbang Pada Transformator Distribusi Gardu SL. 247 Di PT PLN (Persero) ULP Sunggal. *Jurnal Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik (JTRIL)*, 1(1), 1-12.
- [2] Ananda, A. R. (2024). Rancang Ulang Prototipe Turbin Angin Sumbu Vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine*) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- [3] Azis, C. (2017). Studi Analisa Penempatan Transformator Distribusi Berdasarkan Beban Lebih Di PT. PLN (Persero) Area Kediri Upj Rayon Srengat Blitar. *Jurnal Qua Teknika*, 7(2), 1-15.
- [4] Azis, F., & Lembang, N. (2022). Studi pembebanan Transformator Distribusi Tipe Voltra 100 Kva. *Joule (Journal of Electrical Engineering)*, 3(2), 160-165.
- [5] Khoironi, Y. (2021). Analisis Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Fault Detection Isolation Restoration (Fdir)(Studi Kasus: PT. PLN (Persero) UP3 Palembang Provinsi Sumatera Selatan) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- [6] Prasetyo, T. D., Asmar, A., & Jumnahdi, M. (2017). Analisis keandalan sistem distribusi pada penyulang jamaika PLN Area Bangka. In *Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service* (Vol. 1).
- [7] Pratama, R., Saragih, Y., Ibrahim, I., & Latifa, U. (2023). Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler pada Studi Kasus Prototype Gardu Distribusi PLN. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 88-92.
- [8] Suhadi, S. M. K. (2008). Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.zacana.
- [9] Tonda, H., Parsa, I. M., & Tamal, C. P. (2025). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Trafo Pada Gardu Distribusi DI PT. PLN (Persero) ULP Larantuka. *Jurnal Teknologi*, 19(1), 15-23.

