

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik terus mengalami perkembangan, salah satunya adalah penambahan pelanggan atau beban energilistrik dari tahun ke tahun. Sistem pendistribusian tenaga listrik memerlukan keandalan tinggi. Akan tetapi, sering terjadi permasalahan yang timbul pada pendistribusian ketenagalistrikan. Salah satunya adalah pembebanan transformator distribusi yang sudah melebihi kapasitas atau dapat dikatakan transformator overload Transformator dikatakan overload jika kapasitas pembebanannya lebih dari 80%.

Overload pada transformator distribusi menyebabkan terjadinya drop (jatuh) tegangan, dan drop tegangan ini akan di transfer menjadi panas pada belitan dan pada inti trafo. Apabila hal ini terjadi dalam waktu yang lama, maka isolasi cair dan isolasi padat transformator mengalami panas yang berlebihan, dan dapat memperpendek umur isolasi trafo, bahkan trafo dapat mengalami kerusakan total. Terdapat dua metode alternatif untuk mengatasi permasalahan transformator overload, yaitu dengan metode pemasangan transformator sisipan dan uprating (peningkatan kapasitas). Transformator overload terjadi pada transformator distribusi 200 kVA, AM097 di PT. PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA Area penyulang kajang,UP3 Bulukumba, Ulp Tanete wilayah kerja Rayon PT.PLN (Persero) TANETE.

Persentase pembebanannya telah mencapai 92,82 % dan drop tegangan ujung tertinggi sebesar 25,10%. Transformator overload dan jatuh tegangan yang tinggi, mengharuskan dilakukan tindakan terhadap transformator distribusi tersebut. Dengan memperhatikan letak beban maka tindakan yang tepat dilakukan adalah dengan pemasangan transformator sisipan. Uprating transformator hanya mengganti transformator yang sudah ada dengan kapasitas di naikkan, tetapi, belum dapat mengatasi drop tegangan di ujung saluran secara maksimal. Dalam penelitian ini, dilakukan analisa terhadap rencana pemasangan transformator sisipan di Transformator Distribusi AM097.

Diharapkan dengan penelitian ini, didapatkan perencanaan yang baik, dan mampu meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik di Jaringan Tegangan Rendah (JTR) di Transformator Distribusi AM097.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, rumusan masalah yang akan dipecahkan yaitu:

1. Bagaimana cara penanggulangan transformator yang mengalami overload?
2. Metode apa yang digunakan dalam penanganan transformator yang mengalami overload tersebut ?
3. Berapa persentase pembebanan transformator distribusi tersebut sebelum dan sesudah ditangani ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan apa yang telah di kemukaan pada rumusan masalah di maka tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Dapat mengetahui berapa besar pembebanan transformator sebelum dan sesudah ditangani.
2. Mengetahui cara penanggulangan transformator distribusi yang mengalami masalah overload agar tidak terjadi kerusakan dengan harapan dapat meminimalisir gangguan pada transformator distribusi sehingga konsumen/pelanggan yang

1.4. Batasan Penelitian

Batas masalah yang peneliti gunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Metode sisip trafo dalam mengatasi masalah overload pada Transformator Distribusi di penyulang jurusan kajang.
2. Penggunaan metode yang baik untuk menyelesaikan masalah transformator yang mengalami overload.
3. Perhitungan persentase pembebanan Transformator Distribusi di penyulang jurusan kajang.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin peneliti capai melalui analisis penambahan transformator sisipan untuk mengatasi overload pada transformator di penyulang :

1. Menambah wawasan serta menambah pengetahuan tentang gangguan dan pemeliharaan transformator distribusi.

2. Mengetahui cara penanggulangan transformator distribusi yang mengalami masalah overload agar tidak terjadi kerusakan dengan harapan dapat meminimalisir gangguan pada transformator distribusi sehingga konsumen pelanggan dapat menikmati layanan listrik dengan baik.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam pemahaman tugas akhir, maka diuraikan penulisan sebagai berikut, BAB I PENDAHULUAN pembahasan yang berisi pelajaran tentang latar belakang, rumusan masalah batasan masalah, tujuan tugas akhir, kontribusi tugas akhir, metodologi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem distribusi memiliki peranan penting dalam sistem tenaga listrik. Hal itu di sebabkan karena sistem ini langsung berhubungan dengan pemakai energi listrik pelanggan di saluran tegangan menengah dan tegangan rendah. Sistem distribusi sendiri memiliki fungsi diantaranya yaitu menerima daya listrik dari sumber daya juga mendistribusikan daya tersebut ke konsumen.

Transformator distribusi merupakan komponen yang sangat vital untuk sistem distribusi tegangan menengah. Namun tak jarang transformator distribusi mengalami gangguan. Salah satunya adalah overload transformator. Penyebab dari overload adalah beban yang terpasang pada transformator melebihi kapasitas maksimum dari transformator. Sehingga akan berpengaruh pada transformator yang menjadi panas dan mengakibatkan naiknya suhu lilitan pada kumparan transformator. Kenaikan suhu lilitan dapat menyebabkan rusaknya isolasi lilitan pada kumparan transformator yang beresiko pada kerusakan transformator dan dapat mengakibatkan terputusnya penyaluran listrik ke konsumen. Gardu Distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi tenaga listrik. Dalam gardu distribusi ini biasanya digunakan transformator distribusi yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan tinggi menjadi tegangan terpakai pada jaringan distribusi tegangan rendah (step down transformator); misalkan tegangan 20 KV

menjadi tegangan 400 Volt atau 220 Volt. transformator akan bekerja secara kontinyu apabila transformator tersebut berada pada beban nominalnya.

2.1.1. Transformator Distribusi

Transformator distribusi adalah peralatan tenaga listrik yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dari tegangan menengah ke tegangan rendah melalui saluran transmisi. Transformator distribusi ini terdiri dari dua sisi, yaitu sisi primer dan sisi sekunder. Sisi primer merupakan saluran yang menyuplai ke sisi sekunder.

Unit peralatan yang termasuk sisi primer adalah :

1. Saluran sambungan dari SUTM ke unit transformator
2. Fuse Cut Out (FCO)
3. Lightning Arrester (LA)

Tujuan dari pemasangan suatu transformator distribusi adalah untuk mengurangi/menurunkan tegangan utama dari sistem distribusi listrik untuk tegangan pemanfaatan penggunaan konsumen. Transformator yang umum digunakan adalah transformator step-down 20 kV/400 V. Pada sistem distribusi ini, tegangan antar fasa ke fasa adalah 380 V, tetapi karena sering terjadi drop tegangan, maka pada tegangan rendahnya dibuat lebih dari 380 V agar tegangan yang diterima pelanggan/konsumen tidak kurang atau tidak lebih kecil dari 380 V.

2.1.2. Konstruksi Transformator

Transformator merupakan alat listrik statis yang digunakan untuk memindahkan daya dari satu rangkaian ke rangkaian yang lain dengan mengubah tegangan, tanpa mengubah daya dan frekuensi. Transformator memiliki konstruksi yang terdiri dari tiga bagian, yaitu belitan primer yang berfungsi untuk menerima energi listrik dari sumber tegangan yang diterapkan, belitan sekunder adalah bagian yang menerima energi listrik yang sudah terinduksi dan inti adalah bagian yang menyediakan rangkaian keengganan rendah untuk jalur gaya magnet.

Kumparan ini terdiri dari lilitan konduktor berisolasi sehingga kedua kumparan tersebut terisolasi secara elektrik antara yang satu dengan yang lain. Ratio perubahan tegangan tergantung dari ratio perbandingan jumlah lilitan kedua kumparan itu. Kedua kumparan tersebut dililitkan pada suatu inti yang terbuat dari laminasi lembaran baja yang kemudian dimasukkan ke dalam tangki berisi minyak trafo.

Apabila kumparan primer dialiri arus bolak-balik, maka akan timbul fluks magnetik bolak-balik sepanjang inti yang akan menginduksi kumparan sekunder sehingga kumparan sekunder akan menghasilkan tegangan: Apabila trafo diasumsi sebagai trafo ideal dimana tidak terjadi rugi-rugi daya pada trafo, maka daya pada kumparan primer (P1) sama dengan daya pada kumparan sekunder (P2). Besar tegangan dan arus pada kumparan sekunder diatur menggunakan perbandingan banyaknya lilitan antara kumparan primer dan kumparan sekunder berdasarkan rumus:

$$N_p/N_s = V_p/V_s = I_p/I_s$$

Dimana :

N_p = Banyaknya Lilitan Kumparan Sisi Primer

N_s = Banyaknya Lilitan Kumparan Sisi Sekunder

V_p = Tegangan Sisi Primer (V)

V_s = Tegangan Sisi Sekunder (V)

I_p = Arus Sisi Primer (A)

I_s = Arus Sisi Sekunder (A)

2.1.3. Prinsip Kerja Transformator

Transformator memiliki dua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder, kedua kumparan itu bersifat induktif dan kedua kumparan tersebut terpisah secara elektrik namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki reluktansi rendah. Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik maka fluks bolak-balik akan muncul di dalam inti yang dilaminasi.

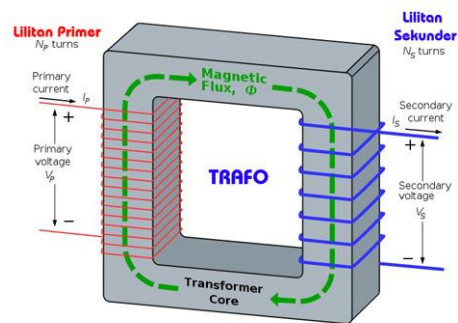
Akibat adanya fluks dikumparan primer maka di kumparan primer terjadi induksi (self induction) dan terjadi pula induksi di kumparan sekunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama (mutual induction) yang menyebabkan timbulnya fluks magnetik di kumparan sekunder, maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder dibebani, sehingga energi listrik dapat dialirkan keseluruhan. Tujuan utama menggunakan inti pada

transformator adalah untuk mengurangi reluktansi (tahanan magnetis) dari rangkaian magnetis.

2.1.4. Inti Transformator

Secara umum transformator dibedakan menjadi dua jenis, yaitu tipe inti (core type) dan tipe cangkang (shell type). Tipe inti dibentuk dari lapisan besi berisolasi berbentuk persegi panjang dan kumparan transformatornya dibelitkan pada dua sisi persegi. Sedangkan tipe cangkang dibentuk dari lapisan inti berisolasi dan kumparan transformatornya di belitkan di pusat inti.

Transformator dengan tipe konstruksi shell memiliki kehandalan yang lebih tinggi pada konstruksi core dalam menghadapi tekanan mekanis yang kuat pada saat terjadi hubung singkat. Kedua tipe inti transformator inti ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 2.5 : Bagian Inti pada Transformator

Sumber : Darsono dkk, (2014)

2.6. Minyak Transformator

Minyak transformator memegang peranan penting dalam sistem isolasi trafo dan juga berfungsi sebagai pendingin untuk menghilangkan panas akibat rugi-rugi daya pada trafo. Kandungan utama minyak trafo adalah naftalin, parafin dan aromatik. Keuntungan minyak trafo sebagai isolator dalam trafo adalah:

1. Isolasi cair memiliki kerapatan 1000 kali atau lebih di bandingkan dengan isolasi gas, sehingga memiliki kekuatan di elektrik yang lebih tinggi.
2. Isolasi cair akan mengisi celah atau ruang yang akan di isolasi dan secara serentak melalui proses konversi menghilangkan panas akibat rugi daya.
3. Isolasi cair cenderung dapat memperbaiki diri sendiri (shell healing) jika terjadi pelepasan muatan (discharge). Kekuatan dielektrik adalah ukuran kemampuan elektrik suatu material sebagai isolator. Kekuatan dielektrik didefinisikan sebagai tegangan maksimum yang dibutuhkan untuk mengakibatkan dielectric breakdown pada material yang dinyatakan dalam suatu Volt/m. Semakin tinggi kekuatan dielektrik minyak trafo, maka semakin kualitas minyak tersebut sebagai isolator. Hasil uji kekuatan dielektrik yang rendah, menunjukkan adanya benda pengotor minyak seperti air atau partikel penghantar dalam minyak. Sebaiknya, apabila hasil uji kekuatan dielektrik tinggi, bukan berarti tidak terjadi pengotoran dalam minyak tersebut. Untuk mencegah kemungkinan timbulnya kebakaran pada peralatan, dipilih minyak dengan titik nyala yang tinggi. Titik nyala minyak baru tidak boleh lebih kecil dari 135°C sedangkan minyak bekas tidak boleh kurang dari 130°C.

2.7. Bushing Transformator

Bushing merupakan sarana penghubung antara belitan dengan jaringan luar. Bushing terdiri dari sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator. Isolator tersebut berfungsi sebagai penyekat antara konduktor bushing dengan bodi main tank transformator. Sehingga bushing berfungsi untuk menghubungkan kumparan transformator dengan rangkaian luar yang diberi selubung isolator. Isolator juga berfungsi sebagai penyekat antara konduktor dengan tangki transformator. Bahan bushing adalah terbuat dari porselin yang tengahnya berlubang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7 : Bushing Transformator

Sumber : Nugraha dkk, 2020

Bagian utama suatu bushing terdiri dari inti atau konduktor, bahan dielektrik dan flans yang terbuat dari logam. Inti berfungsi menyalurkan arus dari bagian dalam

peralatan ke terminal luar dan bekerja pada tegangan tinggi. Dengan bantuan flans, isolator dikatakan pada badan peralatan yang dibumikan.

2.8. Sistem Pendingin Transformator

Sistem pendingin transformator dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. ONAN (Oil Natural Air Natural)

Sistem pendingin ini menggunakan sirkulasi minyak dan sirkulasi udara secara alamiah. Sirkulasi minyak yang terjadi disebabkan oleh perbedaan berat jenis antara minyak yang dingin dengan minyak yang panas.

2. ONAF (Oil Natural Air Force)

Sistem pendingin ini menggunakan sirkulasi minyak secara alami sedangkan sirkulasi udaranya secara buatan, yaitu dengan menggunakan hembusan kipas angin yang digerakkan oleh motor listrik. Pada umumnya operasi trafo dimulai dengan ONAN atau dengan ONAF tetapi hanya sebagian kipas angin berputar. Apabila suhu trafo sudah semakin meningkat, maka kipas angin yang lainnya akan berputar secara bertahap.

3. OFAF (Oil Force Air Force)

Pada sistem ini sirkulasi minyak digerakkan dengan menggunakan kekuatan pompa, sedangkan sirkulasi udara menggunakan kipas angin.

2.9. Proteksi Pada Transformator Distribusi

Pada sistem tenaga listrik, sistem proteksi adalah perlindungan atau isolasi pada bagian yang memungkinkan akan terjadi gangguan atau bahaya. Tujuan utama proteksi adalah untuk mencegah terjadinya gangguan atau memadamkan gangguan

yang telah terjadi serta melokalisirnya dan membatasi pengaruh-pengaruhnya, biasanya dengan mengisolir bagian bagian yang terganggu tanpa menggunakan bagian-bagian yang lain.

2.9.1. Fuse

Fuse adalah peralatan proteksi arus lebih yang bekerja dengan menggunakan prinsip melebur. Terdapat dua tipe fuse berdasarkan kecepatan melebur elemen fusnya (fuse link), yaitu tipe K (cepat) dan tipe T (lambat). Fuse yang didesain untuk digunakan pada tegangan diatas 600 V dikategorikan sebagai Fuse Cut-Out.

Fuse Cut-Out jenis ekspulsi adalah jenis yang paling sering digunakan pada system distribusi saluran udara. Fuse jenis ini menggunakan elemen fuse yang relatif pendek yang dipasang di dalam fuse catridge. Pada umumnya Fuse Cut-Out dipasang antara trafo distribusi dengan saluran distribusi primer. Pada saat terjadi gangguan, elemen fuse akan melebar dan memutuskan rangkaian sehingga akan melindungi trafo distribusi dari kerusakan. akibat gangguan dan arus lebih pada daluran primer atau sebaliknya memutuskan saluran primer dari trafo distribusi apabila terjadi gangguan pada trafo atau jaringan sisi sekunder sehingga akan mencegah terjadinya pemadaman pada seluruh jaringan primer.

2.9.2. Lightning Arrester

Penggunaan lightning arrester pada sistem distribusi adalah untuk melindungi peralatan dari gangguan akibat sambaran petir. Arrester juga dipergunakan untuk melindungi saluran distribusi dari flashover. Arrester dipasang

pada peralatan yang dihubungkan dari fasa konduktor ke tanah. Agar perlindungan saluran menjadi lebih efektif, arrester harus dipasang pada setiap fasa pada tiap tiang. Pada saat sistem bekerja keadaan normal, arrester memiliki sifat sebagai isolator. Apabila terjadi sambungan petir, arrester akan berubah menjadi konduktor dan membuat jalan pintas ke tanah yang mudah dilalui oleh arus petir, sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang tinggi pada trafo. Jalur ke tanah tersebut harus sedemikian rupa sehingga tidak akan mengganggu aliran daya normal. Setelah petir hilang, harus menutup dengan cepat kembali menjadi isolator, sehingga tidak mengakibatkan pemutus daya terbuka. Pada kondisi operasi normal, arus bocor pada arrester tidak boleh melebihi 2 mA. Apabila arus bocor melebihi angka tersebut, kemungkinan besar arrester mengalami kerusakan. Pada saluran distribusi, arrester yang biasanya digunakan adalah arrester jenis katub (valve type). Arrester jenis katub terdiri dari sela percik dan sela seri yang terhubung dengan elemen tahanan yang mempunyai karakteristik tidak linear.

Tegangan frekuensi dasar tidak dapat menimbulkan tembus pada sela seri. Apabila sela seri tembus pada saat tibanya suatu surja yang cukup tinggi, sela tersebut berfungsi menjadi penghantar. Sela seri tidak bisa memutuskan arus susulan. Dalam hal ini sela seri di bantu oleh tahanan non linier yang mempunyai karakteristik tahanan kecil untuk arus besar dan tahanan besar untuk arus susulan dari frekuensi dasar.

2.2. 3. Pembumian (Grounding) pada Tranformator Distribusi

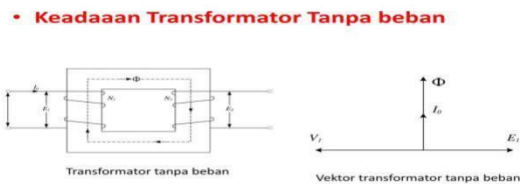
Sistem pentanahan pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengamanan langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi yang diakibatkan sambaran petir. Sistem pembumian dilaksanakan dengan menghubungkan ke tanah salah satu konduktor-konduktor pembawa arus dari sistem distribusi atau biasanya dikatakan menghubungkan ke tanah titik netral dari trafo dan generator. Pada sistem pentanahan peralatan harus diperhatikan mengenai elektroda dan tahanan pentanahan. Tugas utama dari sistem pembumian peralatan adalah :

- a. Memberi jaminan keselamatan kerja bagi operator ataupun orang lain yang berada di sekitar peralatan tersebut.
- b. Membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus listrik terhadap bumi pada batas tegangan yang aman pada segala keadaan.
- c. Sebagai saluran kembali dengan impedansi yang rendah untuk arus gangguan ke tanah.

2.10. Keadaan Transformator Tanpa Beban

Bila kumparan primer suatu transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoidal akan mengalirkan arus primer I_0 yang juga sinusoidal dan tegangan mengangap belitan reaktif murni I_0 akan tertinggal 90° dari V_1 .

Arus primer I_0 menimbulkan fluks (Φ) yang sefasa dan juga berbentuk sinusoid.
 Arus primer I_0 menimbulkan fluks (Φ) yang sefasa dan juga membentuk sinusoidal.
 Fluks bolak-balik ini akan memotong kumparan primer dan kumparan sekunder dan harganya turun dalam harga bolak-balik, sehingga menginduksikan GGL pada kedua lilitan tersebut. GGL yang diinduksikan dalam kumparan primer akan melawan tegangan V_1 yang dikenakan.



Gambar 2.5: Trafo Dalam Keadaan Tanpa Beban

Sumber : Qurotaayun dkk, 2015

2.11. Keadaan Transformator Berbeban

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan beban Z_L , I_2 mengalir pada kumparan sekunder, dimana: $I_2 = I_1 \cdot \cos \phi$ dengan $\cos \phi =$ faktor kerja beban.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan setelah pelaksanaan seminar proposal tempat penelitian ini dilakukan di Area Unit Pelayanan Pelanggan Rayon Tanete pada tanggal 03 Juli 2023 sampai 31 Juli 2023 untuk mengetahui kondisi dan situasi system jaringan distribusi listrik. Unit pelayanan Jaringan Rayon Tanete.

1. Waktu Pengambilan Data ini dilakukan pada bulan Juli s/d Juni 2023

1. Tempat/ Lokasi

a. Tempat : ULP TANETE UP3 BULUKUMBA

b. Lokasi : Jl. Langsung No.42, Tanete,Kec. Bulukumba,Sulawesi Selatan
92552.

3.2. Perencanaan Penelitian

Perencanaan penelitian adalah suatu rencana yang terperinci dan spesifik tentang bagaimana menganalisis dan menginterpretasi data. Dalam perancangan penelitian ini metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah suatu metode penelitian dimana datanya berupa angka-angka dan analisa statistik. Sedangkan,dalam proses pengambilan data metode yang digunakan adalah metode observasi. Metode observasi adalah suatu metode dimana peneliti terlibat langsung dalam pengambilan data. Berikut ini adalah tahapan-tahapan dalam penelitian.

a. Studi Literatur

Penulis melakukan kegiatan dengan studi literatur untuk mencari teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang ditemukan. Pencarian dilakukan dari berbagai sumber yaitu buku referensi, jurnal-jurnal dan internet yang berhubungan atau yang dapat mendukung teori penyelesaian penelitian “Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada Transformator Di Penyulang Jurusan Kajang di PT PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA.

b. Observasi Lapangan

Observasi adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung atau peninjauan secara cermat dan langsung dilapangan atau lokasi penelitian. Dalam hal ini peneliti dengan berpedoman kepada desain penelitiannya perlu mengunjungi lokasi penelitian untuk mengamati langsung berbagai hal atau kondisi yang ada dilapangan.

Penemuan ilmu pengetahuan selalu dimulai dengan observasi dan kembali kepada observasi untuk membuktikan kebenaran ilmu pengetahuan tersebut. Penelitian harus dilakukan dengan pengamatan secara langsung ke lapangan tempat peneliti melakukan atau melaksanakan penelitian dalam hal ini penulis melakukan penelitian yaitu di PT PLN (Persero) ULP TANETE UP3 BULUKUMBA.

c. Fokus Penelitian

Yang menjadi fokus penelitian yang dilakukan peneliti pada proyek ini adalah yaitu tentang Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi

Overload Pada Transformator Di Penyulang Jurusan Kajang di PT PLN (Persero)
ULP TANETE UP3 BULUKUMBA.

d. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, terlebih dahulu peneliti meminta izin pada pihak PLN tempat lokasi penelitian dengan cara mengirimkan surat izin penelitian dari pihak universitas. Setelah ada surat balasan dari pihak PLN, peneliti melakukan penelitian sesuai dengan judul yang akan di presentasikan. Kegiatan yang dilakukan peneliti dalam penelitian ini adalah pengambilan data-data transformator yang ada di PT PLN (Persero) ULP Tanete Up3 Bulukumba sesuai dengan yang di perlukan.

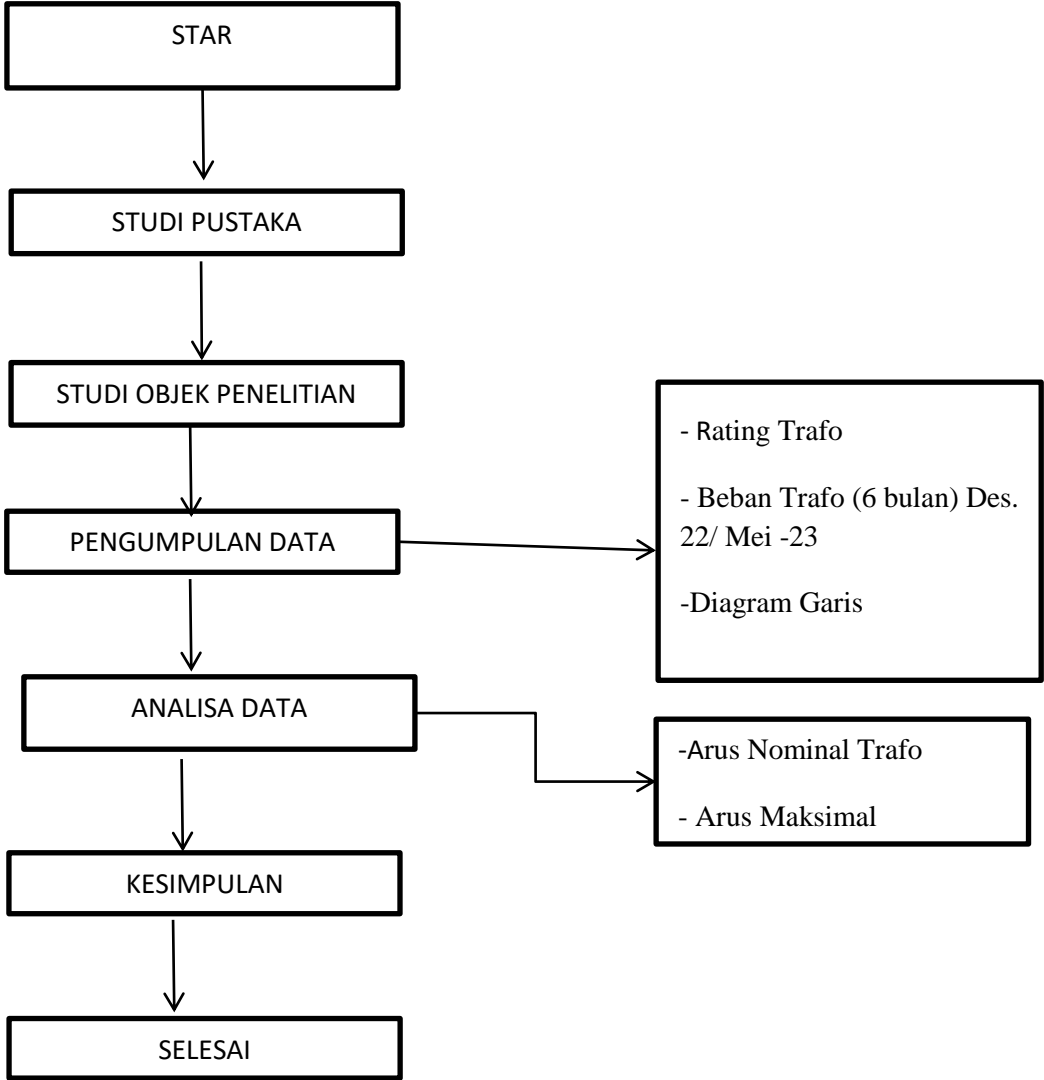
3.3. Penulisan Laporan

Penulisan laporan disusun sesuai data yang diperoleh selama penelitian secara langsung dan dan secara tidak langsung dengan menggunakan rumus yang berkaitan dengan yang diteliti, sehingga menjadi laporan yang dapat memberikan gambaran penelitian secara utuh dandapat dipertanggung jawabkan.

Jadwal Penelitian

Kegiatan	Mei	Jun	Jul	Agust	septem	Okt	Nov	Des
Konsultasi Judul								
Konverasi dan Analisis								
Seminar Proposal								
Ujian Hasil								

3.5. Alur Penelitian



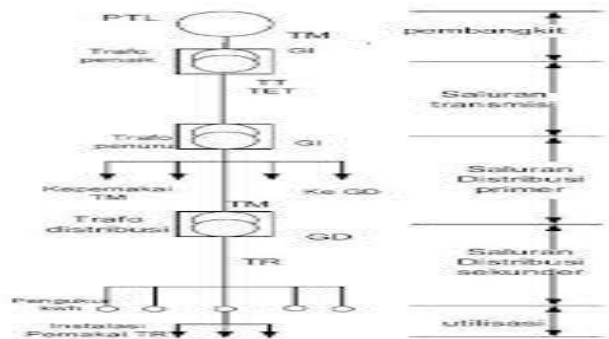
Gambar 3.5 : Gambar Alur Penelitian

3.6. Metode Analisa

Dalam menganalisa data yang telah di dapat dari PT. PLN (Persero) ULP Tanete Up3 Bulukumba ini dilakukan secara perhitungan manual karena persamaan matematis yang digunakan hanya persamaan biasa yang bisa diselesaikan dengan cara manual tanpa menggunakan metode terbaru.

3.7. Sistem Jaringan Distribusi

Pada sistem distribusi ini, ada tiga bagian penting dalam penyaluran tenaga listrik, yaitu: Pembangkitan, Penyaluran (Transmisi), dan Distibusi seperti yang ada pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1: Gambaran Umum Sistem Tenaga Listrik

Sumber : Ibnu dkk, 2018

Tegangan pada sistem distribusi dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu: Distribusi Primer (20KV), dan Distribusi Sekunder (400/220V). Jaringan distribusi 20kV sering disebut Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan jaringan distribusi 400/220V sering disebut dengan Jaringan Tegangan Rendah.

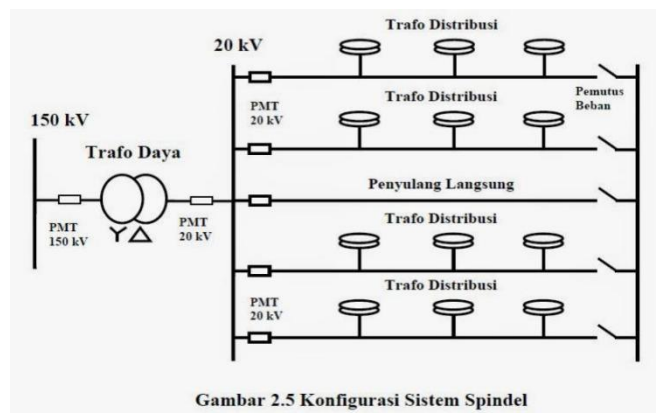
3.7.1. Jaringan Pada Sistem Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer adalah jaringan distribusi daya listrik bertegangan menengah (20 kV). Jaringan distribusi primer tersebut merupakan jaringan penyulang. Jaringan ini berawal dari sisi sekunder trafo daya yang terpasang pada induk hingga ke sisi primer trafo distribusi yang terpasang pada tiang-tiang saluran. Jaringan pada Sistem Distribusi tegangan menengah (Primer 20 kV) dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu jaringan radial, jaringan hantaran penghubung, jaringan lingkaran, jaringan spindel dan sistem gugus atau kluster.

- a. Jaringan Radial Sistem distribusi dengan jaringan radial adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial.
- b. Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line) Gangguan beban lebih dapat terjadi pada transformator distribusi karena bahan yang terpasang pada transformator melebihi kapasitas normal yang mampu dipikul oleh transformator dimana arus beban lebih besar daripada arus beban penuh (full load) atau arus normal transformator distribusi tersebut. Pembebanan yang berlebihan akan mengakibatkan kenaikan suhu pada lilitan transformator sehingga mengakibatkan kenaikan suhu juga pada minyak transformator.

Beban lebih yang terjadi menyebabkan kualitas isolasi transformator semakin buruk. Dan apabila terus menerus terjadi, maka akan menyebabkan gagalnya/ rusaknya isolasi yang dapat mengakibatkan hubung singkat dan rusaknya transformator tersebut. Di sisi pelanggan, beban lebih adalah efek buruk bagi pengguna listrik.

- a. Jaringan Sistem Open Loop merupakan pengembangan dari sistem radial sebagai akibat diperlukannya keandalan yang lebih tinggi dan umumnya sistem ini dapat dipasang dalam satu gardu induk. Dimungkinkan juga dari gardu induk lain tetapi harus dalam satu sisi tegangan tinggi karena hal ini diperlukan untuk manufer beban pada saat terjadi gangguan.
- b. Jaringan Sistem Close Loop Jaringan sistem close loop ini layak digunakan untuk jaringan yang dipasang dari satu gardu induk. Sistem ini memerlukan sistem proteksi yang lebih rumit dan biasanya menggunakan rele arah (bidirectional). Sistem ini mempunyai keandalan yang lebih tinggi dibandingkan sistem lain.
- c. Jaringan Spindel Sistem Spindel seperti pada Gambar di bawah ini adalah suatu polakombinasi jaringan dari pola Radial dan Ring. Spindel terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya di berikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH).



Sumber : Aji, 2019

sebuah spindel biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan (express) yang akan di hubungkan melalui Gardu Hubung (GH). Pola spindel biasanya digunakan pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) yang

menggunakan kabel tanah/ Saluran Kabel tanah Tegangan Menengah (SKTM). Namun pada pengoperasiannya, system spindel berfungsi sebagai Sistem Radial. Di dalam sebuah penyulang aktif terdiri dari Gardu Distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan tegangan kepada konsumen baik konsumen Tegangan Rendah (TR) atau Tegangan Menengah (TM). Beban Lebih (Overload)

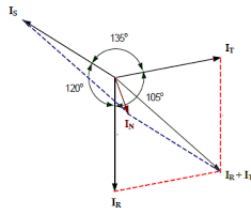
Gangguan beban lebih dapat terjadi pada transformator distribusi karena beban yang terpasang pada transformator melebihi kapasitas normal yang mampu di pikul oleh transformator dimana arus beban lebih besar dari pada arus beban penuh (full load) atau arus normal transformator distribusi tersebut. Menurut SPLN Nomor 50 Tahun 1997, transformator dikatakan overload apabila besar pembebanannya melebihi 80 %, atau dalam arti pembebanan trafo yang di izinkan adalah sebesar 80 % dari kapasitasnya. Beban lebih ini terjadi karena adanya pemakaian energi listrik yang tidak sah (penyuntikan/pencurian arus), sambaran petir, dan juga terjadi karena pembebanan yang tidak simetris di tiap fasa.

Pembebanan yang berlebihan akan mengakibatkan kenaikan suhu pada lilitan transformator sehingga mengakibatkan kenaikan suhu juga pada minyak transformator. Beban lebih yang terjadi menyebabkan kualitas isolasi transformator semakin buruk. Dan apabila terus-menerus terjadi dalam jangka panjang, maka akan menyebabkan gagalnya isolasi transformator yang dapat mengakibatkan hubungan singkat dan rusaknya transformator. Disisi pelanggan, beban lebih adalah efek buruk bagi pelanggan pengguna listrik.

3.7.2. Ketidakseimbangan Beban

Yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan dimana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi. Keadaan tidak seimbang ada tiga yaitu:

1. Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk suhu 120° satu sama lain.
2. Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
3. Ketiga vektor tidak sama dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 3.8: Vektor Arus Dalam Keadaan Tidak Seimbang.

Sumber : Juliyanto, 2018

Diatas menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan tidak seimbang. Disini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah tidak sama dengan nol sehingga muncul suatu besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung pada seberapa besar faktor ketidakseimbangannya Pada instalasi listrik yang sudah terpasang terdapat empat kabel (R, S, T dan N) dengan standar warna fasa R (merah), S (kuning), T (hitam), N (biru).

Keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana ketiga vektor arus/tegangan adalah sama besar. Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama

lain. Dari gambar di atas menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R I_S I_T) adalah sama dengan nol, sehingga tidak muncul arus netral.

3.7.3. Arus Netral

Arus netral pada sistem distribusi merupakan arus yang mengalir pada penghantar netral pada sistem tiga fasa empat kawat. Munculnya arus netral dapat disebabkan karena ketidakseimbangan beban dan juga karena adanya arus harmonisa sebagai akibat banyaknya penggunaan beban nonlinear, seperti minyalnya Inverter, Mesin Las dan lain sebagainya.

3.7.4. Arus Netral Karena Beban Tidak Seimbang

Indikator beban tidak seimbang pada sistem tiga fasa adalah adanya arus yang mengalir pada penghantar netral. Arus tersebut merupakan hasil penjumlahan dari arus setiap fasa dengan pembebanan sudur 120 dan sudut yang timbul oleh faktor daya beban. Besarnya arus yang mengalir pada penghantar netral adalah:

$$I_N = \sum I \cos \phi = I_r \cos \phi_r + I_s \cos (\phi_s + 120^\circ) + I_t \cos (\phi_t + 240^\circ)$$

Gardu distribusi yang pelanggannya menggunakan motot-motor listrik tiga fasa keseimbangan beban tidaklah menjadi masalah, tetapi pada pelanggan yang mayoritas adalah beban satu fasa maka masalah keseimbangan beban tidak dapat dihindari sama sekali.

3.7.5. Penyaluran dan Losses Daya pada Keadaan Arus Seimbang

Misalkan daya sebesar P disalurkan melalui suatu saluran dengan penghantar netral. Apabila pada penyaluran daya ini arus-arus fasa dalam keadaan seimbang, maka besarnya daya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = 3 [V][I] \cos G$$

Daya yang sampai ujung terima akan lebih kecil dari P karena terjadi losses dalam saluran. Model ini dibuat dengan asumsi arus pemusatan kapasitif pada saluran cukup kecil sehingga dapat diabaikan. Dengan demikian besarnya arus ujung kirim sama dengan arus di ujung terima.

3.7.6. Losses Akibat Keadaan Arus Tidak Seimbang

Akibat pembebanan di 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 yang menyebabkan tegangan pada transformator menjadi tidak seimbang. Arus yang mengalir disepanjang kawat netral akan menyebabkan rugi-rugi daya besar:

$$\Delta J = I_N^2 R_N$$

3.8. Metode yang Digunakan dalam Penanganan Masalah Overload pada Transformator.

Pembahasan ini, peneliti akan membahas tentang salah satu transformator distribusi yang mengalami overload (beban lebih). Penelitian dilakukan dengan survei ke lapangan secara langsung dan mengambil data serta mencatat data yang dianggap perlu oleh pihak PLN Ulp Tanete Up3 Bulukumba. Dalam penanganan masalah overload kali ini metode yang digunakan oleh pihak PT. PLN (Persero) ULP Tanete Up3 Bulukumba adalah Metode Penyisipan Trafo, yaitu dengan menambah sebuah Trafo dengan kapasitas 100 kVA untuk membantu Trafo sebelumnya agar tidak terjadi lagi Overload.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, N. Analisis Penempatan dan Pemilihan Kapasitas Transformator Distribusi Secara Optimal Pada Penyulang Perumnas. Bali: Universitas Udayana: 2010.
- Aji. (2012). Konfigurasi Sistem Spindel Menggunakan Partikel Swarm optimiseon untuk memperbaiki voutage Stability Index Dengan Losess.
- Berahim, H. Pengantar Teknik TenagaListrik Teori Ringkas dan Penyelesaian Soal. Yogyakarta: Andi Offset. 1996.8-11.
- Darsono dkk, (2014). Inti Pada Transformator, 2014, *General Jurnal Of Nuclear Scance And Tecnologi* vol.17 No.2014-101-110
- Dwiyanto. (2018). Ketidakseimbangan Beban, *Jurnal Elektro Lucat* Vol.4 Na.1 juli 2018.
- Ibnu Hjr. (2018). Sistem Jaringan Distribusi 2018, *Jurnal Energi Kelistrikan* Vol. No 10.1 Januari-Juni 2018
- Warman. Pemilihandan Peningkatan Penggunaan / Pemakaian Serta Manajement Trafo Distribusi. Sumatera Utara : Universitas Sumatra Utara: 2004.
- Partanoan, Harahap , dkk, 2019. Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jatuh Tegangan Pada Trafo B1 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi ETAP 12.6.0
- Putu sutawinaya, I wayan Teresna dan Febry Setyachayana P 2014. Studi analisis penambahan transformator sisipan untuk menopang beban lebih dan drop tegangan pada trado distribusi KA 1516 penyulang budk menggunakan simulasi etab.

Kadek wahyudi widiatmika, I wayan arta wijaya, I yoman setiawan
2018. Analisis penambahan transformator sisipan untuk
mengatasi overload pada transformator DB0244 di penyulang
sebelanga

Nugroho dkk, (2020), Bushing Transformator. 2020, Jurnal Amplifier Mei 2022 Vol
12 No 1 v/issn 2089-2020 dan E/ISSN 2622-2000

Qurotaayun, (2015). Trafo Dalam Tanpa Beban. 2020, Jurnal Amplifier Mei 2022
Vol 12 No 1 v/issn 2089-2020 dan E/ISSN 2622-2000

Partanoan, Harahap , dkk, 2019. Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi
Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jatuh
Tegangan Pada Trafo B1 11 Rayon Tanah Jawa Dengan
Simulasi ETAP 12.6.0.

Partaonan harahap, Muhammad Adam, Agus Prabowo 2019. Analisis
penambahan trafo sisip sisi Distribusi 20 Kv mengurangi beban
Overload dan jatuh tegangan pada trafo B1 11 Rayon Tanah
jawa dengan simulasi etab