



ANALISIS KUBIKEL 20 KV DI WILAYAH KERJA PT PLN (PERSERO) UP3 MAKASSAR SELATAN

Takwa¹, Antarissubhi², Adriani³

¹²³⁴Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
e-mail: takwa8650@gmail.com¹, antarissubhi@unismuh.ac.id²,
andriani@unismuh.ac.id³,

ABSTRACT

Abstract— In this modern era, providing reliable electrical power is a basic need to support various human activities. The 20 kV (kilovolt) cubicle is one of the main components in the electric power distribution system which plays a key role in maintaining the stability and availability of electricity supply. This research aims to conduct a comprehensive analysis of 20 kV cubicles in the context of electric power distribution.

The research methodology includes field surveys, cubicle operational data collection, and data analysis using simulation software. The research results revealed a number of significant findings. First, 20 kV cubicles that have been in operation for many years show signs of aging that require regular preventive maintenance. Second, workload analysis during a certain period aims to detect loads that affect cubicle performance, as well as determining the importance of proper load planning. Additionally, evaluation of cubicle failures during the observation period revealed failure types and frequencies that require special attention.

This research also provides an overview of proper maintenance practices and efficient cubicle placement strategies. The implication of the results of this research is to increase the efficiency and effectiveness of the electric power distribution system. This study also provides guidance for electricity network operators and owners to optimize the performance of 20 kV cubicles in order to meet the community's need for a stable and reliable electricity supply.

Keywords: 20 kV Cubicle, Electric Power Distribution, Performance Analysis, Maintenance, System Reliability.

ABSTRAK

Abstrak--Dalam era modern ini, penyediaan tenaga listrik yang andal adalah suatu kebutuhan mendasar untuk mendukung berbagai aktivitas manusia. Kubikel 20 kV (kilovolt) merupakan salah satu komponen utama dalam sistem distribusi tenaga listrik yang memainkan peran kunci dalam menjaga stabilitas dan ketersediaan pasokan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap kubikel 20 kV dalam konteks distribusi tenaga listrik. Metodologi penelitian melibatkan survei lapangan, pengumpulan data operasional kubikel, dan analisis data menggunakan perangkat lunak simulasi. Hasil penelitian mengungkapkan sejumlah temuan signifikan. Pertama, kubikel 20 kV yang telah beroperasi selama bertahun-tahun menunjukkan tanda-tanda penuaan yang perlu



mendapatkan perawatan preventif secara berkala. Kedua, analisis beban bekerja selama periode tertentu mengidentifikasi fluktuasi beban yang mempengaruhi kinerja kubikel, menyoroti pentingnya perencanaan beban yang tepat. Selain itu, evaluasi kegagalan kubikel selama periode pengamatan mengungkapkan jenis dan frekuensi kegagalan yang perlu mendapat perhatian khusus. Penelitian ini juga memberikan gambaran tentang praktik pemeliharaan yang tepat dan strategi penggantian kubikel yang efisien. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah peningkatan keandalan dan efisiensi sistem distribusi tenaga listrik. Studi ini juga memberikan panduan bagi operator dan pemilik jaringan listrik untuk mengoptimalkan kinerja kubikel 20 kV dalam rangka memenuhi tuntutan masyarakat akan pasokan listrik yang stabil dan handal.

Kata Kunci: Kubikel 20 kV, Distribusi Tenaga Listrik, Analisis Kinerja, Pemeliharaan, Keandalan Sistem.

I. PENDAHULUAN

Keperluan pengembangan sistem kelistrikan jangka panjang didorong oleh kebutuhan PT PLN (Persero) untuk mempunyai rencana investasi yang efisien, dalam arti PT PLN (Persero) tidak melaksanakan sebuah proyek kelistrikan tanpa didasarkan pada perencanaan yang baik. Ketersediaan daya listrik dalam jumlah dan mutu yang memadai merupakan salah satu faktor yang menunjang untuk perencanaan pembangunan diberbagai sektor, serta meningkatkan produktifitas bagi masyarakat. Pemasok tenaga listrik dalam hal ini PT PLN (Persero), dituntut untuk mampu memberikan suatu pelayanan tenaga listrik yang optimal sesuai yang dibutuhkan para konsumen, Jaringan distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berhubungan langsung dengan konsumen. Bagian ini sangat menunjang penyaluran tenaga listrik ke konsumen, untuk itu diperlukan perencanaan dan pengoperasian jaringan distribusi tenaga listrik yang memadai.[1]

Penggunaan kubikel di Indonesia terus berkembang seiring dengan perkembangan industri dan infrastruktur listrik. Beberapa faktor yang menyebabkan kita menggunakan kubikel hingga saat ini, Keandalan dan Perlindungan, Keselamatan Personel, Pengendalian dan Monitoring yang Efisien, Adaptabilitas dan Skalabilitas, Kemajuan Teknologi, Dan Persyaratan Regulasi dan standar keselamatan listrik yang semakin ketat

Kubikel di Indonesia merujuk pada perangkat kelistrikan yang digunakan untuk pengendalian dan perlindungan sistem tenaga listrik. Kubikel ini biasanya terdiri dari perangkat pemutus sirkuit (circuit breaker), pemutus beban (load breaker), perangkat pengendali, dan perlindungan listrik lainnya. Kubikel berfungsi untuk mengatur aliran listrik, memutus sirkuit ketika terjadi gangguan, dan melindungi peralatan dan sistem dari kerusakan akibat gangguan listrik. Kubikel di Indonesia

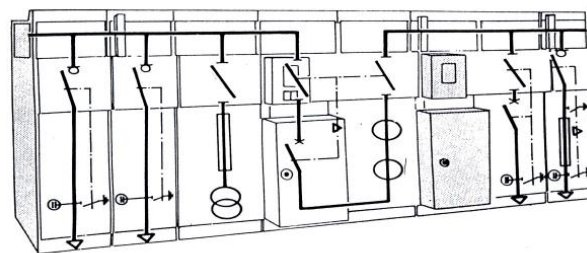
digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem distribusi listrik, substation (gardu induk), pembangkit listrik, dan industri. Mereka ditempatkan di berbagai lokasi, mulai dari gedung perkantoran, perumahan, pusat perbelanjaan, hingga fasilitas industri besar di kutip "Dalam membuat sebuah karya ilmiah jenis penelitian, [2]

II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Kubikel 20 kV

Kubikel merupakan seperangkat panel hubung bagi dengan tegangan kerja 20.000 Volt yang dipasang dalam gardu induk berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik ke pusat – pusat beban. Kubikel yang diambil pada pengujian ini adalah kubikel outgoing. Bagian-bagian dari kubikel ditunjukkan dikutip dari [3]

Kubikel 20 kV adalah seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada gardu distribusi yang berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik tegangan 20 kV kubikel 20 kV biasa terpasang pada gardu distribusi atau gardu hubung yang berupa beton maupun kios



Gambar 2.1 single line kubikel 20 kV

b. Fungsi kubikel 20 kV

Adapun beberapa fungsi dari kubikel ialah :

- **Pengendalian Aliran Listrik:** Kubikel dilengkapi dengan switch dan saklar yang memungkinkan operator untuk membuka atau menutup jalur aliran listrik. Ini penting dalam mengatur aliran daya listrik dan memungkinkan perawatan atau pemeliharaan peralatan tanpa mematikan seluruh jaringan.
- **Proteksi dan Keamanan:** Kubikel dilengkapi dengan relay proteksi yang mendeteksi kondisi abnormal, seperti hubung singkat atau beban berlebih. Ketika kondisi ini terdeteksi, relay akan memicu operasi switch atau saklar untuk memutuskan aliran listrik dan melindungi peralatan serta personel dari bahaya.
- **Pengukuran Arus dan Tegangan:** Kubikel dapat berisi transformator arus (CT) dan transformator tegangan (VT) yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan dalam jaringan. Pengukuran ini penting untuk mengontrol dan mengatur sistem distribusi.



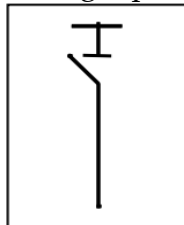
- Pemutusan Darurat: Dalam situasi darurat, seperti kebakaran atau gangguan serius lainnya, kubikel dilengkapi dengan tombol darurat atau mekanisme pemutusan cepat untuk mematikan aliran listrik dan mengamankan lingkungan.
- Pemantauan dan Pengendalian Jarak Jauh: Beberapa kubikel modern memiliki kemampuan untuk terhubung dengan sistem pemantauan jarak jauh (remote monitoring) yang memungkinkan operator mengawasi dan mengendalikan peralatan dari lokasi yang aman dan nyaman.
- Pembagian Beban: Kubikel juga dapat digunakan untuk membagi aliran listrik ke berbagai cabang dalam jaringan distribusi, memungkinkan pengelolaan beban yang lebih baik dan mencegah overloading.
- Integrasi dengan Sistem Otomasi: Kubikel dapat diintegrasikan dengan sistem otomasi yang lebih besar, seperti sistem manajemen distribusi (DMS) atau sistem manajemen energi (EMS), untuk pengendalian dan pemantauan yang lebih terpusat.
- Keamanan Operator: Kubikel dirancang dengan fitur-fitur keamanan untuk melindungi operator dan personel yang bekerja di sekitarnya. Ini termasuk perlindungan terhadap busur listrik dan sistem pengaman mekanis.

c. Jenis - Jenis kubikel

Berdasarkan fungsi dan nama peralatan yang terpasang pada kubikel dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu :

1. Kubikel PMS (Pemisah)

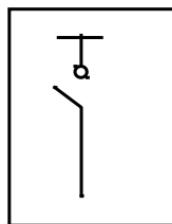
Berfungsi sebagai membuka dan menutup aliran listrik 20 kV tanpa ada beban, karena kontak penghubung tidak dilengkapi alat peredam busur listrik.



Gambar 2.2 Simbol diagram PMS

2. Kubikel PMT (Pemutus tenaga)

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak berbeban, termasuk memutus pada saat terjadi gangguan hubung singkat.



Gambar 2.3 Simbol pmt

3. Kubikel LBS (Load Break switch)



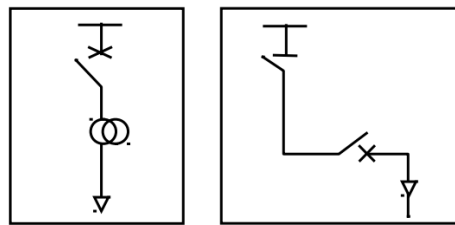
Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak .

Kubikel LBS terdiri dari :

- a. Satu set busbar tiga fase 400 A atau 630 A.
- b. Sebuah sakelar beban tiga kutub jenis udara, SF6 atau hampa udara dengan operasi secara manual.

4. Kubikel CB Out Metering (PMT CB)

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dengan cepat dalam keadaan normal maupun gangguan kubikel ini disebut juga istilah kubikel pmt (pemutus tenaga) kubikel ini dilengkapi dengan relay peroteksi circuit breaker (PMT, CB) kubikel ini bisa di pasang sebagai alat pembatas, pengukuran dan pengaman pada pelanggan tegangan menengah current transformer yang terpasang memiliki double secuder satu sisi untuk mensuplai arus ke alat ukur kwh dan satu sisi lagi untuk menggerakan relai proteksi pada saat terjadi gangguan



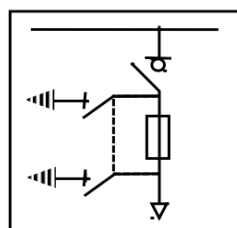
Gambar 2.5 Simbol PMT CB

5. Kubikel TP (Transformer Protection)

Berfungsi sebagai alat pengaman transformator distribusi, dikenal juga dengan istilah kubikel PB (Pemutus Beban) kubikel ini berisi lbs dan fuse pengaman trafo dengan ukuran beragam dari 25A, 32 A, 43 A tergantung kapasitas trafo yang akan diamankan

Ada dua jenis kubikel TP yaitu :

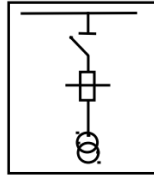
- a. Kubikel TP dilengkapi shunt trip, jika fuse tm putus ada pin pada fuse yang menggerakan mekanik untuk melepas LBS
- b. Tidak dilengkapi shunt trip, jika fuse tm putus LBS tidak membuka sehingga trafo masih mendapat gangguan dari fuse lain yang tidak putus



Gambar 2.6 Simbol Kubikel TP

6. Kubikel PT (Potensial Transformer)

Berfungsi sebagai kubikel pengukuran, didalam kubikel ini terdapat pms dan transformator tegangan yang menurunkan tegangan dari 20.000 Volt menjadi 100 Volt untuk mensuplai tegangan pada alat ukur kwh kubikel ini kadang kala disebut juga dengan istilah kubikel VT (Voltage Transformer). handle kubikel PT harus selalu dalam keadaan masuk dan tersegel. Untuk pengamanan trafo tegangan terhadap gangguan hubung singkat maka dipasanglah fuse TM



Gambar 2.7 Simbol Diagram Kubikel PT

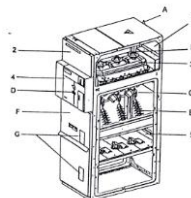
7. Kubikel B1 (Terminal Out Going)

Kubikel terdiri dari :

- Satu set busbar fase tiga 400 A atau 630 A
- Satu pemisah tiga kutub dengan arus pengenal, 100 A yang dioperasikan secara manual

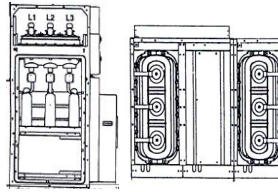
d. Kompartemen

Merupakan rumah dari terminal penghubung, LBS, PMT, PMS, Fuse, Trafo ukur, (CT, PT) peralatan mekanis dan instalasi tegangan rendah, sehingga tidak membahayakan operator terhadap adanya sentuhan langsung ke bagian - bagian yang bertegangan



e. Rel / Busbar 20 kV Isolator Tonggak

Sebagai rel penghubung antara kubikel yang satu dengan lainnya, posisi rel umumnya terletak pada bagian atas kubikel, pada kubikel type RMU (Ring Main Unit) rel 20 kV terdapat dalam tabung SF 6 vacum bentuk rel ada yang bulat ada yang pipih. Busbar harus dari bahan tembaga atau aluminium. Busbar aluinium harus dilapisi timah pada titik sambungan busbar. Busbar dapat dilapis karet silikon atau bahan EPDM (heat shrink insulation material) untuk memenuhi ketahanan tingkat isolasinya. Bahan pelapis tersebut yang dipakai tidak bisa terbakar dan bila dari bahan yang dapat terbakar tetapi api dapat cepat mati dengan sendirinya (selfextinguishing). Isolator tonggak dapat dibuat dari bahan porselin atau isolasi lain yang tidak mudah terbakar. Isolator porselin berdasarkan rekomendasi IEC 168. Jarak rambat tidak boleh kurang dari 320 mm. Isolator sintetis harus bebas dari cacat permukaan seperti rongga-rongga (fold blow holes) dan sebagainya, yang dapat mengganggu operasi isolator selanjutnya [4]



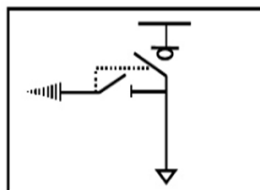
Gambar 2.9 Rel / Busbar tonggak 20kV

f. Kontak Pemutus

Sebagai pemutus / penghubung aliran listrik kontak pemutus terdiri dari dua bagian yaitu kontak gerak (moving contact) dan kontak tetap (fixed contact) sebagai peredam busur api pada kubikel jenis LBS atau PMT digunakan media minyak, gas SF₆, vacum atau dengan hembusan udara, selain itu memperkecil terjadinya busur api dilakukan dengan pembukaan dan penutupan kontak pemutus secara cepat secara mekanis.

g. Sirkuit Pembumian

Semua bagian logam PHB yang bukan merupakan bagian sirkuit utama atau sirkuit bantu dan yang dapat bermuatan sehingga membahayakan harus dihubungkan ke penghantar pembumian. Penghantar tersebut terbuat dari tembaga dan mampu mengalirkan arus sebesar 12,5 kA selama 1 detik tanpa menjadi rusak. Kepadatan arus di sirkuit pembumian tidak boleh melampaui 200 A/mm² dengan luas penampang penghantar tidak kurang dari 30 mm². Pada setiap ujung penghantar disambung dengan instalasi sistem pembumian pembumian melalui baut berukuran M12. Penghantar pembumian ditempatkan sedemikian sehingga tidak merintang tangan untuk mencapai terminal kabel. Selungkup kompartemen sekurang-kurangnya harus terselubung di satu titik dengan penghantar bumi. Kontinuitas pembumian antara badan kompartemen dan sekat atau tutup diyakinkan melalui pemasangan baut dan mur atau cara lain yang dapat diandalkan. Kontinuitas pembumian antara bagian bergerak yang berengsel dengan luas penampang tidak kurang dari 30 mm² suatu penguat ditambahkan pada pita tersebut untuk melindungi anyaman pita terhadap tegangan mekanis yang tidak semestinya.



Gambar 2.10 simbol sirkuit pembumian

h. Pemisah Hubung Tanah (Pemisah Tanah)

Untuk mengamankan kubikel pada saat tidak bertegangan dengan menghubungkan terminal kabel ketanah (grounding), sehingga bila ada personil yang bekerja pada kubikel tersebut terhindar terhadap adanya kesalahan operasi yang menyebabkan kabel terisi tegangan. PMS tanah ini biasanya mempunyai

sistem interlock dengan pintu kubikel dan mekanik LBS pintu tidak bisa dibuka jika PMS tanah belum masuk, LBS tidak bisa masuk sebelum PMS tanah dibuka. Posisi buka atau tutup ke tiga pisau sakelar pembumian harus dapat diperiksa melalui lubang pengamatan terdapat pada PHB. Sebagai alternatif pisau-pisau sakelar pembumian dapat dipasang indikator untuk menentukan posisi buka atau tutup. Indikator tersebut harus sesuai dengan posisi sebenarnya dari pisau-pisau sakelar pembumian tersebut. Sakelar pembumian dan penghubung singkat harus mempunyai kapasitas penyambungan 31,5 kA (puncak), nilai ini dapat dikurangi sehingga 2,5 kA jika rangkaian diamankan dengan pengaman beban jenis HRC. Sakelar pembumian umumnya memiliki kapasitas penyambungan 5,8 kA. Sakelar pembumian harus dioperasikan manual secara terpisah

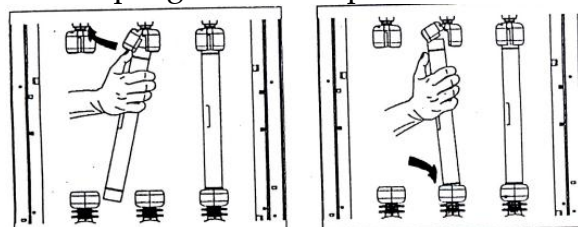
i. Terminal Penghubung

Untuk menghubungkan bagian-bagian kubikel yang bertegangan satu dengan yang lainnya, ada beberapa terminal antara lain :

- Terminal busbar, tempat kedudukan busbar
- Terminal kabel, tempat menghubungkan kabel incoming dan out going
- Terminal PT, tempat menyambung transformator tegangan untuk pengukuran
- Terminal CT, tempat menyambung transformator arus untuk pengukuran

j. Fuse Holder

Untuk menempatkan fuse pengaman trafo pada kubikel PB atau kubikel PT



Gambar 2.11 Fuse holder pb dan pt

Fuse holder kubikel adalah perangkat yang digunakan untuk memasang dan mengamankan sekering (fuse) dalam kubikel atau komponen switchgear dalam sistem distribusi listrik. Kubikel adalah ruang yang berisi berbagai peralatan listrik seperti switch, saklar, relay proteksi, transformator arus (CT), dan transformator tegangan (VT) dalam sistem distribusi listrik. Fuse holder kubikel adalah bagian dari komponen ini yang memungkinkan pemasangan dan penggantian sekering dengan aman dan teratur.

III.METODE PENELITIAN

Pembuatan tugas akhir ini dilaksanakan selama 1 bulan, mulai dari bulan Juni 2023 sampai dengan Juli 2023

Kegiatan ini berlangsung selama 1 bulan di PT PLN (Persero) UP3 MAKASSAR SELATAN. Mulanya dilakukan proses penyuratan untuk izin kegiatan di tempat



tersebut. Setelah mendapatkan izin dari tempat penelitian dan dapat izin untuk pengambilan data maka pengambilan data dapat dilakukan. Penting untuk Menyusun secara runtun data-data yang di butuhkan agar setelah masa berlaku kegiatan berakhir tidak ada data yang terlupa.

Data-data yang telah diperoleh kemudian di olah sesuai dengan kebutuhan dalam rumusan masalah. rumusan tersebut beberapa besar penyusutan kubikel 20 kv di wilayah kerja PT PLN (Persero) UP3 MAKASSAR SELATAN.

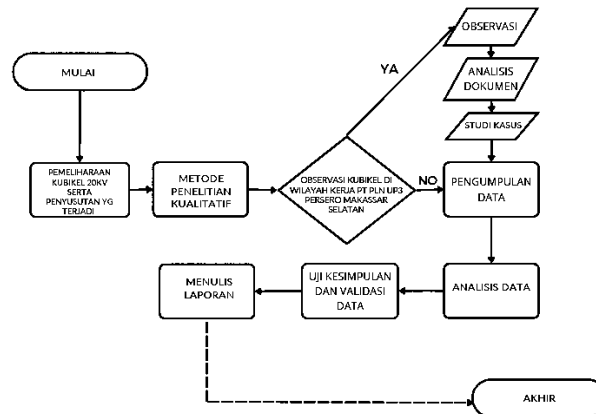


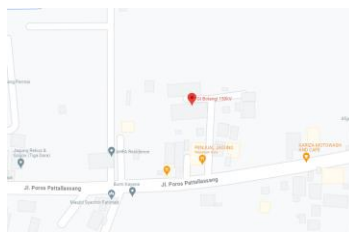
Diagram ini menampilkan Langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Gardu induk

Unit Layanan Pelanggan (ULP): Sub-unit di bawah UP3 yang membantu pengurusan pelayanan pelanggan dan Pelayanan Jaringan Listrik Distribusi lebih dekat dengan ruang lingkup wilayah lebih kecil. GI bolangi ini merupakan sub unit dari PLN UP3 Makassar Selatan Yg Mencakup seluruh wilayah yg ada di jalan Tumanurung No.05 kecamatan pattalassang, Desa lamuru. Berdasarkan data gardu induk yg di peroleh di wilayah tersebut dapat di lihat di bawah ini

- Kapasitas daya : 150 kV
- Alamat lokasi GI : di jalan poros pattalassang, Kec. Pattalassang, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

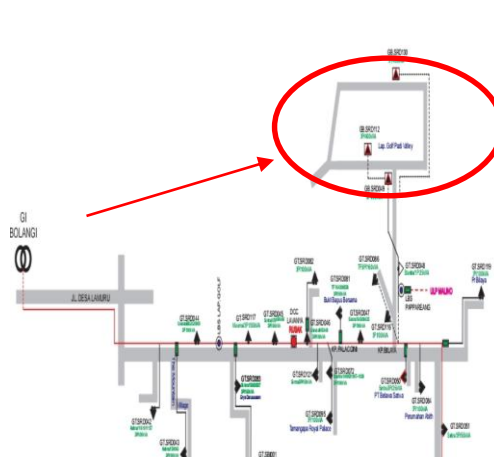


Gambar 4.2 lokasi GI Bolangi di maps

b. Data Penyulang (feeder)

Lokasi trafo kubikel 20 kV Lap golf Padi valey berada area penyulang Biring Bilaya kecamatan pattalassang gowa. Penyulang (feeder) birinnng bilaya merupakan

transmisi dari gardu induk bolangi. Yg melewati Lbs pappareang untuk sebagai distribusi ke gardu batu yg berada di lap golf padi valey. Berdasarkan data yg di peroleh, jarak penyulang ke gardu induk bolangi ke penyulang biring bilaya adalah 8 km berdasarkan ukuran peta di maps. data yg di peroleh penyulang biring bilaya mempunyai 6 gardu diantaranya 3 gardu batu 2 gardu 3 fasa 1 gardu 1 fasa. Dan mempunyai 1 Lbs, dan penyulang biring bilaya juga menggunakan kabel bawah tanah sebagai alat disitribusi ke pelanggan, Yg dapat dilihat dari gambar single line berikut.



Gambar 4.3 lokasi gardu batu (GB) lap golf padi valey di penyulang Biring

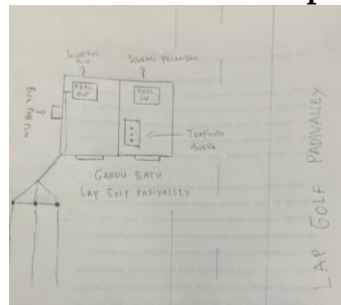
c. Data pelanggan dan trafo yg berada di gardu batu lap golf padivaley

- Nama pelanggan : PT VADI VALLEY
- IDPEL : 32152141147
- Jenis trafo : trafindo prima perkasa
- Daya trafo : 400 kVA
- Volt : 20000
- Phase : 3
- Ampere : 11.55
- Impedance : 4.0
- Insulation class : A
- Tahun pembuatan : 2011
- Type of cooling : ONAN
- Trafo oil : 365 L
- Trafo weight : 1540 kg
- Serial no. : 102310269



Gambar 4.4 Trafo yg berada di gardu batu lap golf padi valey

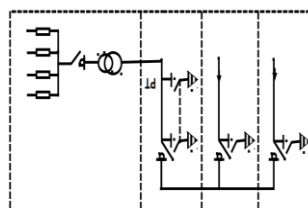
d. Sketsa lokasi trafo kubikel 20kV Gardu Batu Lap Golf Padi Valley



Gambar 4.5 Sketsa lokasi gardu batu dengan P 2 M METER x L 2 METER yg ada di lap golf padi valey

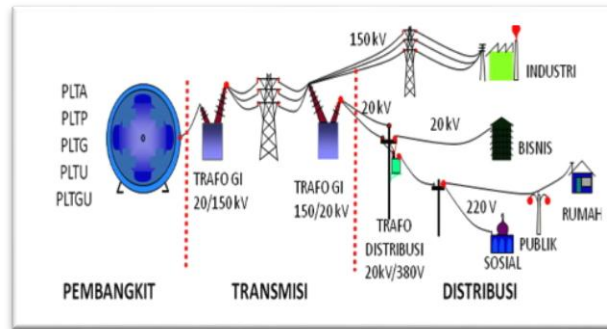
Standar ukuran bangunan untuk kubikel 20 kV dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis kubikel, peralatan yang digunakan di dalamnya, dan kebutuhan spesifik dari sistem distribusi listrik yang bersangkutan. Namun, beberapa panduan umum dan standar yang dapat diterapkan dalam merancang bangunan kubikel 20 Kv meliputi:

1. Ukuran ruang : 3 x 3 meter dan area bebas 1,5 meter
2. Akses dan Pintu: Bangunan kubikel harus memiliki akses yang memadai untuk instalasi dan perawatan peralatan. Ini mencakup pintu yang cukup lebar dan tinggi, tangga, dan koridor yang memungkinkan personel dengan mudah bergerak di sekitar kubikel.
3. Sistem ventilasi yang memadai perlu dipertimbangkan untuk mencegah penumpukan panas di dalam ruangan dan menjaga suhu peralatan dalam batas yang aman.
4. Peraturan Tata letak kubikel dan peralatan di dalamnya harus mematuhi peraturan tata letak dan jarak yang berlaku, termasuk jarak aman antara peralatan dan dinding atau antara kubikel yang satu dengan yang lain.



Gambar 4.6 Diagram single line kubikel 20 kV pelanggan dan PLN pada satu rangkaian daya trafo

- e. Proses distribusi energi listrik dari gardu induk ke gardu batu pelanggan kubikel 20 kV Lap golf padi valey



Gambar 4.9 ilustrasi aliran Listrik dari pembangkit hingga ke pelanggan

V. PENUTUP

1. Hasil dari data analisis kubikel outgoing 20kv yg telah di lakukan diwilayah kerja PT PLN PERSERO UP3 MAKASSAR SELATAN , dapat di ketahui jenis,ukuran, merk kubikel, serta spesifikasi yg terdapat di dalam nya
2. Dari data yg di analisis, kami dapat menyimpulkan bahwa jalur fasa ke ke kubikel 20 kV pelanggan harus melwati beberap trafo guna untuk distribusi yg lebih optimal dan menminimalisir penumpukan daya di gardu trafo pelanggan.
3. Penggunaan kubikel juga merupakan Kubikel 20 kV juga dapat digunakan sebagai tempat untuk transformator tegangan untuk menurunkan atau menaikkan tegangan sebelum aliran daya didistribusikan ke konsumen akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Habib Nasutio Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera 2018/2019 *"ANALISIS TERJADINYA KORONA MELALUI UJI TEGANGAN TEMBUS PADA SISTEM TENAGA LISTRIK KUBIKEL 20 KV"*
- [2] Bryan Adhitya Effendi1), Eko Handoyo2) *"PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI PADA PEMELIHARAAN PEMUTUS TENAGA KUBIKEL OUTGOING 20 KV MENGGUNAKAN INSULATION TESTER"* Ejournal Kajian Teknik Elektro Vol.5 No.2 (September 2020)
- [3] ABRIANSYAH HASYIM ,MUHAMMAD RIZAL *"ANALISIS PENGGUNAAN CUBICLE 20KV DOUBLE INCOMING DENGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) DALAM SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20KV DI BANDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN"* Skripsi, Universitas Muhammadiyah makassar, 2019



- [4] Jaya, A. (2020). Analisis Rugi Daya dan Rekonsiliasi Energi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 Kv pada Penyulang Nijang. *Jurnal Tambora*, 4(3), 34-40.
- [5] Indra, I. (2018). *Pemeliharaan Kubikel Outgoing 20 Kv Di Tragi Panakukkang* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- [6] Sri Hartanto, S. R. I., Reza Pahlavi, R. E. Z. A., & Tri Ongko Priyono, T. R. I. (2023). Pengujian Kinerja PMT 20 kV Pada Kubikel Netto Gardu Induk PLTMG Senayan. *Pengujian Kinerja PMT 20 kV Pada Kubikel Netto Gardu Induk PLTMG Senayan*, 26(1), 45-53.
- [7] PLN, P. (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Proteksi dan Kontrol Penghantar*. Jakarta: PT. PLN.
- [8] Akhmad, S. S., & Jamin, A. S. (2021, October). Pengujian Tahanan Isolasi pada Pemutus Tenaga (PMT) 20 kV Di Gardu Induk Tello 150 kV. In *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)* (pp. 40-43).
- [9] Handoko, I. F. (2021). LKP Pemeliharaan Gardu Distribusi Jaringan Tegangan Menengah dan Tegangan Rendah.
- [10] Sinongka, N. N. (2016). *Pemeliharaan Gardu Distribusi* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).
- [11] Paledung, I. K. B. (2017). Studi susut energi pada sistem distribusi tegangan menengah penyulang adyaksa gardu induk Panakukkang.
- [12] Maulana, D. A. (2019). *Analisa susut daya dan drop tegangan terhadap jaringan tegangan menengah 20kV pada Gardu Induk Pandean Lamper Semarang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).