

TUGAS AKHIR

ANALISIS *AUTOMATIC TRANSFERT SYSTEM MEDIUM VOLTAGE* 20kVDI PELINDO 1 CABANG BELAWAN

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Sebagai Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun oleh:
M FIRMANSYAH
1507220104**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

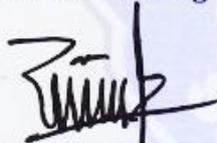
Nama : M Firmansyah
NPM : 1507220104
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Automatic Transfert System Medium Voltage 20 kV
Di Pelindo 1 Cabang Pelabuhan Belawan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 November 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



(Rohana, S.T., M.T)

Dosen Pembimbing II



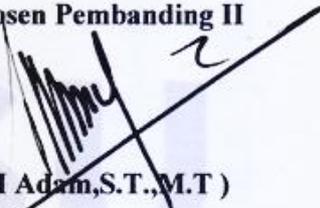
(Indra Roza, S.T., M.T)

Dosen Pembanding I



(Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T)

Dosen Pembanding II



(M Adam, S.T., M.T)

Program Studi Teknik Elektro
Ketua,



(Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M Firmansyah
Tempat/tgl. Lahir : Medan, 29 Januari 1994
NPM : 1507220104
Bidang Keahlian : Sistem Listrik Tegangan Tinggi
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir yang berjudul :

“Analisis Automatic Transfert System Medium Voltage 20 kV di Pelindo1 Cabang Belawan”

Dengan sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No, 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Medan 03 November 2020

Saya yang



ABSTRAK

Pada suatu kawasan industri sangat diperlukan sebuah sistem kelistrikan yang cukup handal agar apabila terjadi suatu gangguan pada sistem kelistrikan maka kegiatan operasional tidak terganggu dan tetap bisa berjalan dengan normal sehingga tidak menyebabkan kerugian pada suatu perusahaan, di PT Pelindo1 cabang pelabuhan Belawan khususnya dermaga IKD (industri kimia dasar) sedang melakukan perluasan dermaga yang dinamakan perluasan dermaga IKD 3 yang mana sebelumnya telah ada IKD 1 dan IKD 2 sehingga dengan bertambah luasnya daerah maka kebutuhan daya listriknya juga akan bertambah, kebutuhan daya listrik IKD 1 dan IKD2 sebesar 60.906 VA dengan trafo daya terpasang 200 kVA setelah adanya IKD 3 kebutuhan daya menjadi 306.488 VA dengan trafo daya terpasang 400 kVA, Pada jaringan listrik dermaga IKD juga sering terjadi gangguan yang disebabkan oleh gangguan internal ataupun gangguan eksternal sehingga kegiatan operasional di pelabuhan tidak berjalan dengan semestinya dan bisa mengalami kerugian pada perusahaan maka dari itu pihak Pelindo1 membangun sebuah sistem kelistrikan yang cukup handal dengan menggunakan kubikel 20 kV dengan dua penyulang yang biasa disebut penyulang 1 dan penyulang 2 dan dapat bekerja secara otomatis sehingga apabila terjadi gangguan pada penyulang 1 maka penyulang 2 akan bekerja secara otomatis menggantikan penyulang 1, kubikel SM-6 NSM pabrikan Schneider ini adalah kubikel dengan sistem automatic transfert sistem dengan tegangan kerja 20 kV kubikel ini memiliki 2 penyulang yang telah standby yang biasa kita sebut dengan penyulang 1 dan penyulang 2, dan kubikel ini akan bekerja berdasarkan presentase tegangan dan waktu yang telah di setting berdasarkan standard schneider adapun dari hasil penelitian presentase tegangan mencapai 90% yaitu 18,598 kV maka penyulang 1 akan bekerja pada waktu 0,1 detik dan penyulang 2 akan bekerja menggantikan penyulang 1 ketika presentase kehilangan tegangan pada penyulang 1 mencapai 10% yaitu 2,066 kV dan akan bekerja pada waktu 0,1 detik.

Kata Kunci : Kubikel 20 kV, kubikel double incoming, Automatic transfert sistem.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kepada Allah subhanahu wata'ala atas rahmat dan hidayah-Nya, maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Salam dan salawat semoga selalu tercurah pada baginda Rasulullah Muhammad Shallahu 'alaihi wasallam. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Analisis Automatic Transfert System Medium Voltage 20 kV di Pelindo1 Cabang Belawan**", Adapun maksud dan tujuan dari penulis skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program sarjana Strata Satu di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Penulisan mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah di berikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai. Secara khusus rasa terima kasih tersebut saya sampaikan kepada:

1. Ibunda tersayang Ratna Rahimahullah, Ayahanda tercinta Sutrisno Orang tua penulis telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini baik motivasi, nasihat, materi maupun do'a.
2. Bapak Dr. Agussani MAP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Bapak Partaonan Harahap S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Rohana S.T., M.T, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Indra Roza, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Seluruh staf dinas peralatan PT.Pelindo1 Cabang Pelabuhan Belawan yang telah banyak membantu dalam pengumpulan data-data di lapangan.
9. Sahabat A3Malam yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu-persatu, semua teman-teman saya yang telah banyak memberikan saya semangat, dukungan, motivasi dan do'a.

Penulis menyadari adanya kemungkinan terjadi kekeliruan ataupun kelebihan dan kekurangan kesalahan-kesalahan di dalam penyusunan tugas akhir ini, mungkin masih banyak kekurangannya. Oleh sebab itu saya mengharapkan kritik dan saran. Semoga tugas akhir ini dapat membawa manfaat yang sebesar-besarnya bagi penulis sendiri maupun bagi dunia pendidikan pada umumnya, khususnya untuk Fakultas Teknik Elektro. Terimah kasih atas segala perhatiannya penulis mengucapkan terimah kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, November 2020

Penulis,

M Firmansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Manfaat Masalah	3
1.6 Metode Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Segitiga Daya	10
2.3 Sistem Jaringan Distribusi.....	13
2.3.1Beberapa Jenis Jaringan Distribusi	14

2.3.2	Beberapa Jenis <i>Type</i> Cell Gardu Induk Sisi Tegangan Menengah 20 kV	17
2.3.3	Beberapa Jenis Saluran Kabel Jaringan <i>Distribusi</i>	18
2.3.4	Beberapa Jenis Gangguan yang Sering Terjadi	19
2.4	Kubikel.....	19
2.4.1	Kubikel <i>double incoming</i>	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Lokasi Penelitian	33
3.2	Data Penelitian	33
3.3	Pengoperasian <i>Close DS Secara Manual</i>	36
3.3.1	Pengoperasian <i>Open DS (disconnecting switch) Secara Manual</i>	39
3.3.2	Pengoperasian <i>Earthing Switch</i> (pembumian).....	40
3.4	Diagram Alir Proses Penelitian.....	43
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN		44
4.1	Analisis Kebutuhan Daya Listrik Dermaga IKD	44
4.2	Analisis Sistem Kerja kubikel NSM 20 kV	47
BAB V PENUTUP		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Beban listrik terpasang.....	33
Tabel 3.2 Data Kabel ACCC Belawan 2	34
Tabel 3.3 <i>Setting</i> dan <i>Presentase</i> tegangan berdasarkan <i>standard</i> <i>Schneider</i>	36
Tabel 4.1 Beban listrik terpasang dermaga IKD 1 dan IKD 2	44
Tabel 4.2 Beban listrik terpasang dermaga IKD 3	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapasitas beban yang terpasang secara keseluruhan	7
Gambar 2.2 Blok Diagram sistem jaringan distribusi RSUD ULIN.....	9
Gambar 2.3 Segitiga Daya	11
Gambar 2.4 Konfigurasi jaringan radial.....	15
Gambar 2.5 Konfigurasi jaringan <i>Tie line</i>	16
Gambar 2.6 Konfigurasi jaringan spindel	16
Gambar 2.7 Cel terbuka/open type	17
Gambar 2.8 Cel tertutup/close type.....	18
Gambar 2.9 Simbol diagram kubikel PMT	20
Gambar 2.10 Simbol diagram kubikel PMS	21
Gambar 2.11 Simbol diagram kubikel LBS	22
Gambar 2.12 Simbol diagram kubikel PMT	23
Gambar 2.13 Simbol diagram kubikel TP.....	23
Gambar 2.14 Simbol diagram kubikel PT.....	24
Gambar 2.15 Panel kubikel <i>SM-6 NSM</i>	25
Gambar 2.16 Panel kubikel <i>SM-6 NSM</i>	27
Gambar 2.17 Panel kubikel <i>SM-6 NSM</i>	28
Gambar 2.18 Tuas Panel Kubikel <i>SM-6 NSM</i>	30
Gambar 2.19 Dimensi Panel kubikel <i>SM-6 NSM</i>	31
Gambar 3.1 <i>Wiring</i> diagram kubikel <i>SM-6 NSM</i>	34
Gambar 3.2 <i>Wiring</i> diagram kubikel <i>SM-6 NSM</i>	35
Gambar 3.3 Panel kubikel <i>SM-6 NSM</i>	37

Gambar 3.4 <i>Charging SM-6 NSM</i>	37
Gambar 3.5 Panel kubikel <i>SM-6 NSM</i>	38
Gambar 3.6 Status DS (<i>disconnecting switch</i>) <i>close</i>	38
Gambar 3.7 Status DS (<i>disconnecting switch</i>) <i>open</i>	39
Gambar 3.8 Status <i>DS (disconnecting switch) open</i>	40
Gambar 3.9 Status <i>Earthing switch</i>	41
Gambar 3.10 Status DS (<i>disconnecting switch</i>) <i>open</i>	41
Gambar 3.11 Diagram Alir Sistem.....	43
Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Daya IKD 1, 2, dan 3.....	47
Gambar 4.2 Diagram Alir sistem kerja kubikel <i>SM-6 NSM</i>	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan majunya perekonomian di Sumatera Utara khususnya di kota Medan, salah satu BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yaitu PT Pelindo1 khususnya cabang pelabuhan Belawan terus meningkatkan fasilitas jasa kepelabuhanan seperti dermaga, alat bongkar muat, lapangan penumpukan, listrik dan air yang nantinya di harapkan dapat meningkatkan perekonomian di Sumatera Utara.

Di PT Pelindo1 khususnya cabang pelabuhan Belawan saat ini sedang melakukan perluasan dermaga dan perluasan lapangan penumpukan yang nantinya akan dapat digunakan sebagai tempat sandarnya kapal dan kegiatan operasional lainnya yang dinamakan sebagai perluasan dermaga IKD3 (industri kimia dasar 3), di Pelindo1 cabang Belawan sendiri saat ini tersedia daya listrik 197.000 VA untuk melayani dermaga IKD1 dan dermaga IKD2 yang mana letak dermaga IKD1 dan IKD2 bersebelahan dengan dermaga IKD3 akan tetapi power supply listrik yang tersedia saat ini hanya mempunyai 1 (satu) penyulang jaringan listrik saluran kabel tegangan rendah (kabel bawah tanah) yang sudah dibackup oleh genset dari sumber utamanya yang memiliki tegangan 380/220V, dan apabila terjadi kerusakan pada penyulang jaringan listrik dari sumber tenaga seperti gangguan dari *eksternal* maupun *internal*, contohnya gangguan dari *eksternal* seperti adanya percobaan pencurian kebel listrik dari orang yang tidak dikenal, adanya penggalian drainase yang dapat menyebabkan kabel rusak akibat

galian, dan adapun gangguan *internal* contohnya seperti kebocoran isolasi pada kabel, kerusakan pada *fuse* pengamanan jaringan, sehingga apabila gangguan tersebut terjadi maka *power supply* listrik ke dermaga akan terputus secara total dan dapat menghambat operasional dilapangan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan diperlukan adanya sistem *backup* penyulang jaringan sehingga apabila terjadi kerusakan pada satu penyulang baik dari gangguan *internal* maupun *eksternal*, tenaga listrik tetap bisa normal seperti semula dan diharapkan tidak mengganggu kegiatan operasional seperti halnya sistem jaringan distribusi pada rumah sakit dengan tingkat keandalan yang cukup tinggi yang mana rumah sakit adalah tempat pelayanan publik yang sangat penting dimana pelayanan tersebut tidak terlepas dari kebutuhan listrik[1], dalam hal ini pihak PT Pelindo 1 cabang pelabuhan Belawan sudah melakukan pembaharuan jaringan distribusi di dermaga IKD1, IKD2, dan IKD3 yang mana penulis akan melakukan penelitian terhadap pembaharuan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang akan diteliti yaitu:

1. Berapa besar kebutuhan daya listrik pada dermaga industri kimia dasar 1 (IKD 1), industri kimia dasar 2 dan industri kimia dasar 3.
2. Bagaimana sistem kerja panel cubicle *Automatic transfert system medium voltage 20 KV*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka tujuan yang ingin di capai pada penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis jumlah kebutuhan daya listrik yang di perlukan.
2. Menganalisis sistem kerja panel cubicle *Automatic transfert system medium voltage 20 KV*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah

1. Membahas kebutuhan daya listrik pada dermaga industri kimia dasar 1 (IKD 1), industri kimia dasar 2 (IKD 2) dan industri kimia dasar 3 (IKD 3).
2. Membahas sistem kerja panel kubikel berdasarkan standard *Schneider*.
3. Tidak membahas sistem proteksi secara *detail* di karenakan panel kubikel yang akan dibahas bukan panel kubikel yang dilengkapi dengan proteksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di ambil dalam penulisan skripsi ini adalah

1. Manfaat bagi penulis.
 - a. Dapat merencanakan kebutuhan listrik yang di perlukan pada suatu kondisi tertentu.
 - b. Menambah ilmu pengetahuan tentang kubikel 20 kV.
2. Manfaat bagi universitas.

- a. Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi sebagai bahan penelitian lanjutan yang lebih mendalam pada masa yang akan datang.
3. Manfaat bagi perusahaan.
 - a. Hasil penelitian diharapkan bisa menjadi bahan informasi tambahan terkait sistem kerja panel kubikel.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi, menggunakan beberapa metode untuk mengumpulkan data-data yang akan diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini:

1. Metode Studi Pustaka

Penulis melakukan studi pustaka untuk memperoleh data-data yang berhubungan dengan skripsi dari berbagai sumber bacaan seperti: Buku, jurnal dan web site yang berkaitan dengan judul yang di angkat sebagai referensi.

2. Metode Survey

Digunakan untuk mengumpulkan data atau informasi tentang populasi yang besar dengan menggunakan sampel yang relatif kecil, populasi tersebut bisa berkenaan dengan orang, instansi, lembaga, organisasi dan unit-unit kemasyarakatan dan lain-lain, tetapi sumber utamanya adalah orang

3. Metode Bimbingan

Yaitu melakukan bimbingan dengan dosen pembimbing, dosen-dosen yang terkait serta berkompeten dan teman-teman yang berpengalaman

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini dibagi ke dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup dan metodologi penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan teori pendukung yang digunakan dalam penulisan laporan tugasakhir ini.

BAB III : METODOLOGI

Pada bab ini berisikan tentang waktu dan tempat penelitian, juga berisi tentang gambar wiring diagram dan komponen panel kubikel serta pengoperasian secara manual.

BAB IV : ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas kebutuhan listrik yang di perlukan dan membahas system kerja *cubicleAutomatic transfert system medium voltage* bertegangan 20 kV.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulisan skripsi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut juga *electrical power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit atau rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut, dengan kata lain daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik, kita mengambil contoh lampu pijar dan *heater* (pemanas), lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya dan mengubahnya menjadi cahaya sedangkan *heater* mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas, semakin tinggi nilai watt-nya semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi, Rumus yang digunakan adalah :

$$P = V \times I$$

Dimana: P = daya listrik (W)

V = tegangan listrik (V)

I = arus listrik (I)

Kapasitas supply daya sangat tergantung pada jumlah kebutuhan daya dari beban terpasang dan kondisi beban saat beban puncak (maksimum), kebutuhan tenaga listrik pada suatu industri harus disesuaikan dengan keadaan produktivitas perusahaan itu sendiri yang paling penting adalah keandalan yang tinggi dalam pelayanannya, untuk mengetahui kebutuhan daya listrik pada gedung perkuliahan 10 lantai Universitas Pakuan Bogor, terlebih dahulu harus mengetahui kapasitas

setiap peralatan yang terpasang (penerangan, AC/pendingin ruangan) dan beban tenaga.

Nama Beban	Beban Terpasang (W)
Penerangan	62.718 watt
AC (<i>Air Conditioner</i>)	142.200 watt
Atap	66.100 watt
Mekanikal	55.200 watt
Stop Kontak	50.800 watt
Total : 377.018 watt	
: 377,018 KW	

Sumber : Yayasan Pakuan Siliwangi

Gambar 2.1Kapasitas beban yang terpasang secara keseluruhan

Setelah mengetahui jumlah beban yang terpakai tentunya di perlukan juga perhitungan untuk menentukan besar pengaman dalam suatu instalasi listrik, besarnya nilai pengaman yang digunakan harus sesuai besarnya arus yang mengalir.[2]

Dalam sektor perindustrian terutama industri skala besar dengan kebutuhan listrik biasanya menggunakan tegangan menengah maka diperlukan adanya suatu keandalan pelayanan listrik yang baik, maka dari itu dapat di rencanakan dengan penggunaan kubikel 20 kV dengan 2 penyulang, kubikel tersebut terdapat dua penyulang, penyulang 1 sebagai penyulang normal dan penyulang 2 sebagai penyulang *stand by*, dimana penyulang 1 akan bekerja sebagai penyulang utama dan penyulang 2 sebagai penyulang pengganti ketika terjadi masalah pada penyulang 1, kubikel 2 penyulang ini terdiri dari 2 unit kubikel, pindahnya *supply* daya penyulang 1 ke penyulang 2 melalui suatu perangkat ATS (*automatic transfert system*), sehingga penggunaan 2 penyulang ini di harapkan lebih handal

dari pada yang hanya menggunakan 1 penyulang saja, saat terjadi gangguan pada penyulang 1 maka secara otomatis panel kubikel akan bekerja dan pindah ke penyulang stand by.[3]

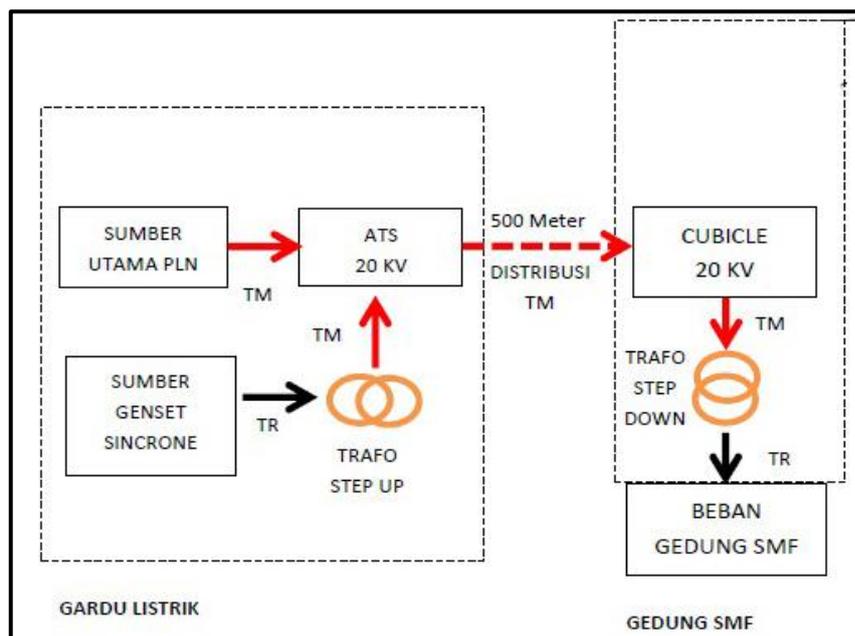
Ada pun sebab-sebab yang menjadi pendukung bahwa cukup pentingnya kubikel 2 penyulang ini di gunakan ialah seringnya terjadi gangguan pada sistem kelistrikan sehingga apabila terjadi gangguan dan tidak menggunakan kubikel dengan 2 penyulang ini maka *supply* listrik akan mati dan dapat menghambat kegiatan operasional di perindustrian beberapa contoh gangguan yang sering terjadi di antaranya:

1. Gangguan eksternal ialah gangguan yang terjadi ketika adanya percobaan pencurian kabel, kerusakan isolasi kabel yang di sebabkan penggalian drainase yang kurang hati-hati, adanya sambaran petir pada jaringan distribusi, putusnya kabel jaringan distribusi yang di sebabkan oleh pohon tumbang.
2. Gangguan internal ialah gangguan yang di sebabkan oleh sistem jaringan distribusi itu sendiri ada pun hal yang sering terjadi di antaranya kerusakan pada salah satu alat, dan hilangnya hilangnya tegangan dari sumber utama.[4]

Rumah sakit adalah tempat pelayanan publik yang sangat penting, dimana pelayanan tersebut tidak terlepas dari kebutuhan listrik, adapun kendala dari sistem kelistrikan RSUD ULIN yaitu masih menggunakan jaringan distribusi tegangan rendah, padahal jarak antara gardu PLN dengan gedung cukup jauh sehingga tegangannya *droop*, akibatnya sangat mempengaruhi *supply* listrik ke gedung tersebut, sehingga peralatan medik ataupun non medik cepat mengalami kerusakan, untuk mengatasi permasalahan tersebut, RSUD ULIN menggunakan sistem jaringan distribusi tegangan menengah sehingga permasalahan *droop*

tegangan dapat teratasi kemudian sistem *backup* kelistrikannya sudah menggunakan *automatic transfert switch (ATS)* , sistem jaringan distribusi tegangan menengah tersebut terdiri dari dua sumber yaitu:

1. Sumber utama dari PLN 20 kV
2. Sumber cadangan dari Genset yang mana tegangan tersebut di step-up ke 20 kV



Gambar 2.2 Blok Diagram sistem jaringan distribusi RSUD ULIN

Penggunaan sistem kelistrikan jaringan distribusi tegangan menengah dengan memiliki dua sumber tentunya memiliki beberapa manfaat keuntungan dan kekurangan di antaranya ialah sebagai berikut:

Manfaat penggunaan:

1. Pasien safety lebih terjaga karena peralatan penunjang yang menggunakan listrik akan tetap hidup sehingga peralatan dan tindakan terhadap pasien tidak terganggu.

2. Efektifitas pelayanan karena listrik yang di supply lebih stabil, sehingga peralatan yang digunakan untuk pelayanan berfungsi dengan baik.
3. Efisiensi terhadap perawatan atau perbaikan peralatan medik maupun non medik karena listrik yang dihasilkan lebih stabil.

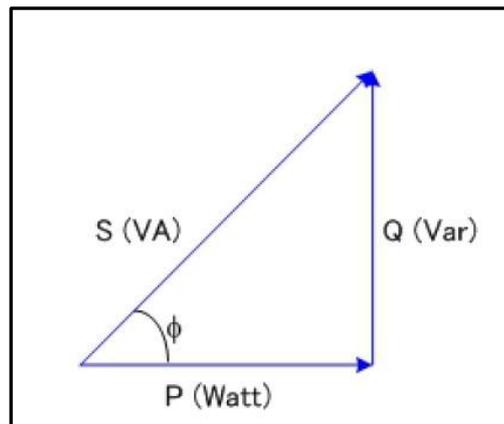
Adapun kekurangan dari sistem ini ialah:

1. Sumber daya manusia yang di miliki harus berkompeten.
2. Jalur kabel tegangan menengah harus safety.
3. Biaya investasi cukup mahal.[1]

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Segitiga Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha, dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha, daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan *Watt* atau *Horsepower (HP)*, *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 *HP* setara 746 *Watt*, sedangkan *Watt* merupakan unit daya listrik dimana 1 *Watt* memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 *Ampere* dan tegangan 1 *Volt*, segitiga daya adalah suatu hubungan antara daya nyata, daya semu, daya reaktif, yang dapat dilihat hubungannya pada gambar bentuk segitiga berikut ini:



Gambar 2.3Segitiga Daya

Dimana:

$$P = V \times I \times \cos\phi \text{ (Watt)}$$

$$S = V \times I \text{ (VA)}$$

$$Q = V \times I \times \sin\phi \text{ (VAR)}$$

Daya listrik dibagi menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Daya nyata/aktif (P)

Daya nyata merupakan daya listrik yang digunakan untuk keperluan menggerakkan mesin-mesin listrik atau peralatan lainnya atau daya yang terpakai untuk melakukan energi yang sebenarnya, satuan daya nyata adalah *Watt*

$$1 \text{ fasa: } P = V \times I \times \cos\phi$$

$$3 \text{ fasa: } P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$$

Keterangan:

P = Daya nyata (*Watt*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (*Ampere*)

$\text{Cos}\phi = \text{Faktor Daya}$

2. Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi, daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar, satuan daya semu adalah *volt ampere*

$$1 \text{ fasa: } S = V \times I$$

$$3 \text{ fasa: } S = \sqrt{3} \times V \times I$$

Keterangan:

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (Ampere)

3. Daya Reaktif(Q)

Daya reaktif merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas, daya reaktif ini adalah hasil kali antara besarnya arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh faktor daya

$$1 \text{ fasa: } Q = V \times I \times \text{Sin}\phi$$

$$3 \text{ fasa: } Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Sin}\phi$$

Keterangan:

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\text{Sin}\phi = \text{Faktor Daya}$. [5]

2.3 Sistem Jaringan Distribusi

Merupakan subsistem tersendiri yang terdiri dari pusat pengatur jaringan distribusi saluran tegangan menengah ($6\text{ kV} - 20\text{ kV}$) yang merupakan hantaran udara tegangan menengah (HUTM) atau saluran kabel tegangan menengah (SKTM), gardu distribusi tegangan menengah yang terdiri dari panel-panel distribusi tegangan rendah ($380/220\text{V}$) yang menghasilkan tegangan kerja untuk konsumen/pelanggan seperti pelanggan industri dan rumah tangga.

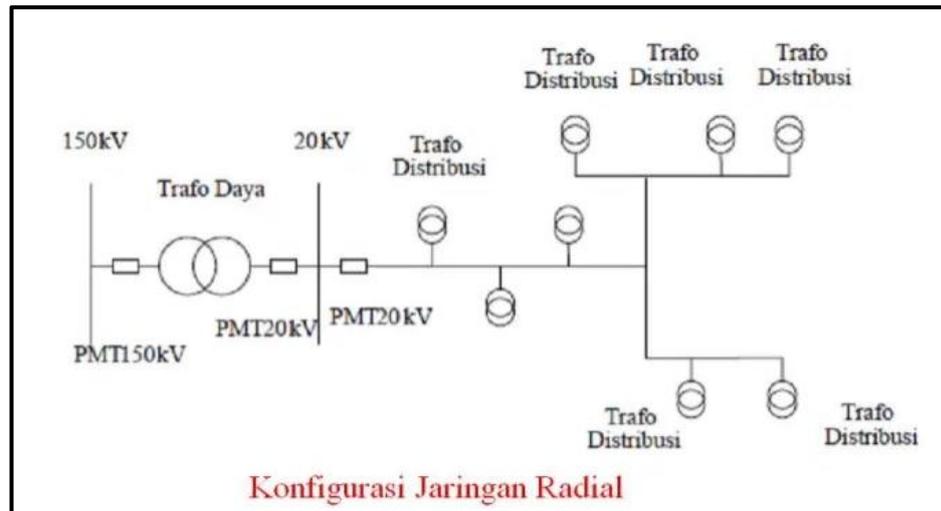
Tenaga listrik di hasilkan melalui pusat-pusat pembangkit listrik (*power plant*) seperti PLTA (pusat pembangkit listrik tenaga air), PLTG (pusat pembangkit listrik tenaga gas), PLTU (pusat pembangkit listrik tenaga uap), PLTD (pusat pembangkit listrik tenaga diesel) lalu energi listrik di salurkan melalui saluran *transmisi* setelah terlebih dahulu di naikan tegangannya dengan menggunakan *transformator step-up* yang ada di pusat pembangkit listrik, saluran tegangan tinggi memiliki tegangan (70 kV dan 150 kV), setelah tenaga listrik di salurkan dari pusat pembangkit tenaga listrik ke gardu induk (GI), lalu tegangan di turunkan menggunakan *transformator step-down* menjadi tegangan menengah yang juga disebut sebagai tegangan distribusi *primer* yang pada umumnya memiliki tegangan ($6\text{ kV} - 20\text{ kV}$), setelah tenaga listrik di salurkan melalui jaringan distribusi *primer* kemudian tenaga listrik diturunkan lagi tegangannya dengan menggunakan *transformator step-down* yang berada di dalam gardu-gardu distribusi atau pun pada trafo tiang menjadi tegangan rendah ($380/220\text{V}$), lalu tenaga listrik di salurkan kembali melalui jaringan tegangan rendah ke konsumen, tegangan sistem jaringan distribusi dapat di kelompokkan menjadi 2 bagian besar yaitu distribusi *primer* (20kV) dan distribusi *sekunder* ($380/220\text{V}$), jaringan

distribusi 20 kV sering juga disebut jaringan distribusi tegangan menengah dan jaringan distribusi 380/220V sering juga disebut jaringan tegangan rendah.[6]

2.3.1 Beberapa Jenis Jaringan Distribusi

1. Jaringan Radial

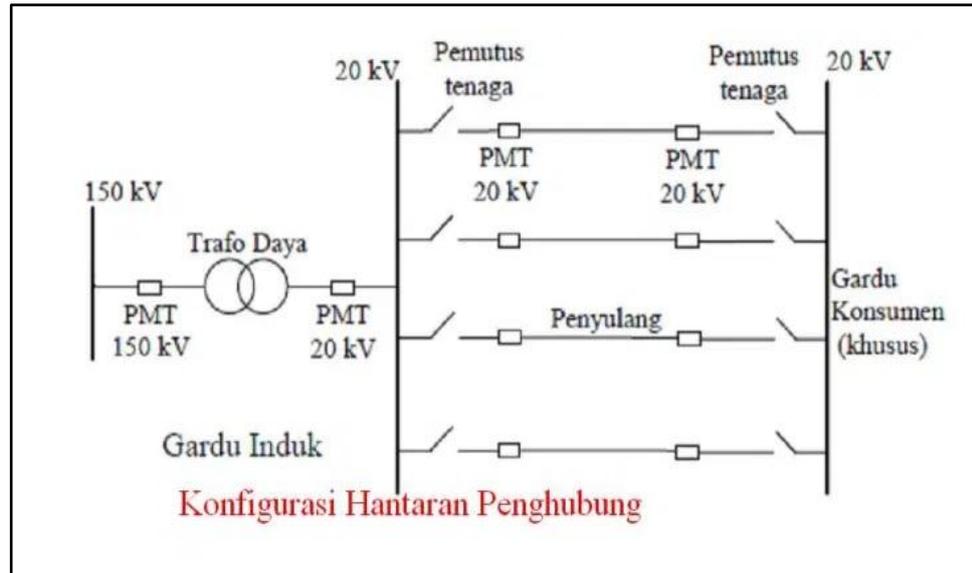
Sistem distribusi dengan pola *radial* adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis, pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyerupai beberapa gardu distribusi secara *radial*, dalam penyulang tersebut dipasang gardu-gardu distribusi untuk konsumen, gardu distribusi adalah tempat dimana *trafo* untuk konsumen dipasang, bisa dalam bangunan beton atau di letakan diatas tiang, keuntungan dari sistem ini adalah sistem ini tidak rumit dan lebih murah tentunya dengan pembangunan yang tidak rumit hal ini bisa mempercepat pembangunan apabila kebutuhan listrik di suatu daerah sangat diperlukan percepatan pembangunannya namun juga memiliki kualitaskeandalan yang lebih rendah dibanding dengan sistem lainnya, kurangnya keandalan di sebabkan karna hanya satu jalur utama yang menyuplai gardu distribusi dan apabila terjadi kerusakan pada jalur utama maka listrik akan padam total dan membutuhkan waktu yang cukup lama tergantung jenis kerusakannya serta bisa menghambat kegiatan operasional, kerugian lainnya yaitu mutu tegangan pada gardu yang paling ujung kurang baik, hal ini di karenakan jatuh tegangan terbesar ada di ujung tegangan.



Gambar 2.4 Konfigurasi jaringan radial

2. Jaringan hantaran penghubung (*Tie line*)

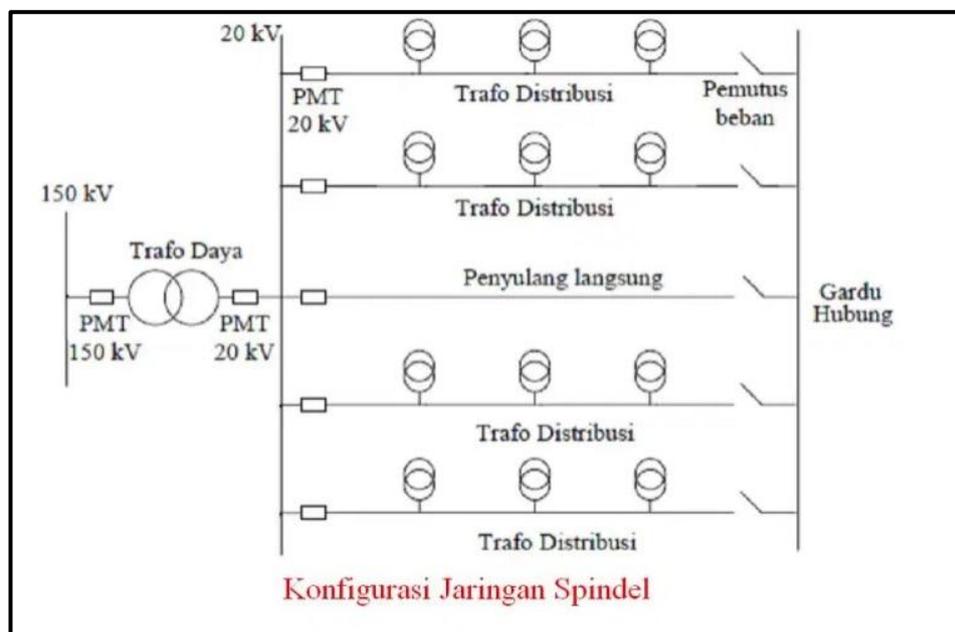
Sistem distribusi ini digunakan untuk pelanggan yang penting yang apabila terjadi kerusakan atau pemadaman maka tidak boleh menunggu waktu yang lama contohnya seperti (Bandara udara, Pelabuhan, Rumah sakit, dan lain-lain), sistem jaringan distribusi ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan *Automatic change over switch/Automatic Transfer Switch*, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut sehingga apabila terjadi kerusakan atau gangguan pada satu penyulang maka pasokan listrik akan terpenuhi dari penyulang lainnya secara otomatis, keuntungan sistem ini adalah membutuhkan waktu yang efisien agar kebutuhan listrik tetap terjaga apabila terjadi suatu kerusakan baik *internal* ataupun *eksternal* sehingga tidak mengganggu kegiatan operasional, kelemahan sistem ini adalah membutuhkan biaya yang besar untuk membangun sistem seperti ini karena membutuhkan lebih dari satu penyulang jaringan listrik.



Gambar 2.5 Konfigurasi jaringan *Tie line*

3. Jaringan *Spindel*

Sistem *spindel* ialah suatu pola jaringan dari pola *radial* dan *ringspindel* terdiri dari beberapa penyulang (*feeder*) yang tegangannya diberikan dari gardu induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah gardu hubung.[7]



Gambar 2.6 Konfigurasi jaringan spindel

2.3.2 Beberapa Jenis *Type* Cell Gardu Induk Sisi Tegangan Menengah 20 kV

1. *Open type*

Sel terbuka konstruksi busbar rel terlihat dan biasa terpasang di atas, menggunakan sekat tembok sebagai pembatas sel yang satu dengan sel lainnya, sel terbuka memungkinkan binatang masuk sehingga dapat menyebabkan gangguan yang dapat merusak sistem jaringan distribusi, jenis cel terbuka seperti ini memiliki tingkat keamanan yang rendah tetapi hanya membutuhkan biaya yang sedikit di banding dengan cel yang terbuka



Gambar 2.7 Cel terbuka/open type

2. *Close type*

Cel kubikel tertutup plat panel, busbar rel tidak terlihat dan pemasangannya ada yang di atas dan ada yang dibawah, sekat plat sebagai pembatas cel yang satu dengan cel lainnya, karena semuanya tertutup sehingga binatang tidak bisa masuk dalam cel kubikel sehingga lebih aman selain tertutup tentunya jenis cel seperti mengurangi tingkat bahaya yang lebih kecil dan operator ataupun teknisi bisa bekerja lebih aman, namun

tidak menutup kemungkinan binatang dapat masuk dalam cel bila lalai menutup lubang-lubang ruang koneksi kabel.



Gambar 2.8 Cel tertutup/close type

2.3.3 Beberapa Jenis Saluran Kabel Jaringan *Distribusi*

1. SUTM (saluran udara tegangan menengah) terdiri dari: Tiang dan peralatan kelengkapannya, konduktor dan peralatan perlengkapannya, serta peralatan pengaman dan pemutus.
2. SKTM (saluran kabel tegangan menengah) terdiri dari: Kabel tanah, panel kubikel, *termination*, skun kabel.
3. Gardu trafo terdiri dari: *Transformator*, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, panel-panel, pipa-pipa pelindung, *arrester*, kabel-kabel, peralatan *grounding*.
4. SUTR dan SKTR (saluran kabel tegangan rendah) terdiri dari: Kabel tegangan rendah, *fuse* pengaman atau *breaker*, panel distribusi.[8]

2.3.4 Beberapa Jenis Gangguan yang Sering Terjadi

1. Gangguan *internal* (gangguan dari dalam)

Yaitu gangguan yang disebabkan oleh sistem itu sendiri misalnya, gangguan hubung singkat, kerusakan pada alat, *switching* kegagalan isolasi, kerusakan pada pembangkit

2. gangguan *external* (kerusakan dari luar)

Yaitu gangguan yang disebabkan oleh alam atau diluar sistem misalnya, terputusnya saluran kabel disebabkan karena angin, badai, petir, pepohonan, atau mungkin percobaan pencurian kabel oleh orang yang tidak dikenal dan juga kerusakan pada kabelyang disebabkan pekerjaan pembuatan *drainase*

2.4 Kubikel

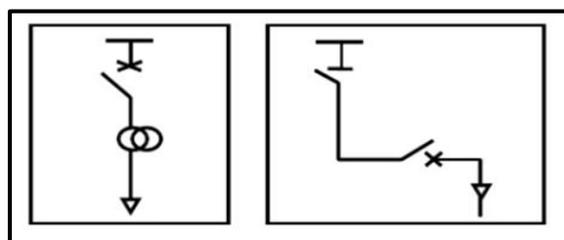
Kubikel merupakan seperangkat panel hubung bagi dengan tegangan kerja biasanya $6.000-20.000$ Volt yang dipasang dalam gardu berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik ke pusat pusat beban, peralatan tersebut dirakit dan saling terkait komponen 1 dengan komponen lainnya.

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

1) 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, kubikel ini terdiri dari:

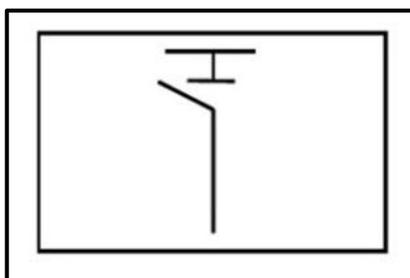
1. Satu set busbar fase tiga.
2. Dua pemisah tiga kutub yang dioperasikan secara manual, pemisahan dilakukan dengan penarikan / pencabutan (sistem laci) pemutus tenaga yang ditempatkan dalam ruangan.
3. Sebuah pemutus tenaga kutub jenis SF6 atau hampa udara dengan pengoperasian melalui energi pegas yang pengisiannya dilakukan secara manual atau motor listrik.
4. Pemutus tenaga dilengkapi kumparan pelepas (trip) dan indikator yang menunjukkan posisi buka / tutup secara mekanis, spesifikasi alat hubungannya adalah sebagai berikut: satu set rele untuk beban lebih dan gangguan ke bumi, rele harus disambungkan dengan *transformator* arus di atas, arus dan waktu dapat diatur terpisah, karakteristik rele beban lebih, rele harus dirancang sehingga melepas sumber tenaga dengan atau tanpa memerlukan suatu daya dari luar, rele harus dilengkapi fasilitas untuk pengetesan arus dan pengetesan untuk melepas kontak (*trip release*).
5. Tiga buah *ammeter* kebutuhan maksimum dipasang pada panel penunjuk (metering panel).
6. Sistem interlock.



Gambar 2.9 Simbol diagram kubikel PMT

2) Kubikel PMS (Pemisah)

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

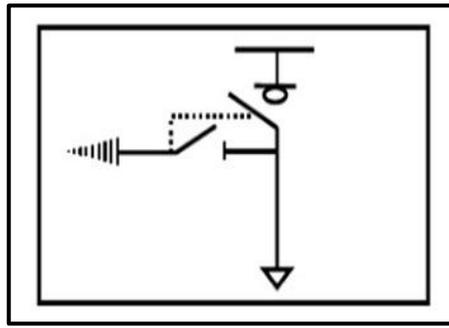


Gambar 2.10 Simbol diagram kubikel PMS

3) Kubikel LBS (*Load Break Switch*)

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak berbeban, kubikel ini terdiri dari:

1. Satu set busbar tiga fase.
2. Sebuah sakelar beban tiga kutub jenis udara, SF₆ atau hampa udara dengan operasi secara manual.
3. Sebuah sakelar pembumian 3 kutub dengan pengoperasian secara manual.
4. Sistem interlock.
5. Busbar pembumian.
6. Harus ada ruang yang cukup dan penunjang kabel bagian bawah kubikel untuk melakukan pemasangan terminasi kabel berisolasi padat, penghantar dari bahan aluminium yang dipilin dengan luas penampang sampai dengan 240 mm².
7. Satu set lengkap terminal kabel (jika diperlukan).

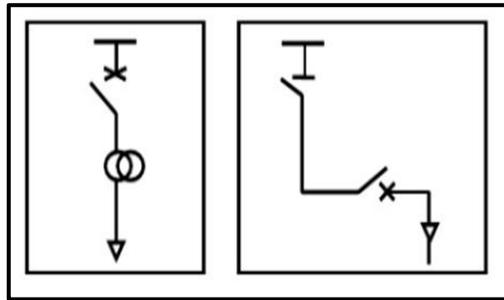


Gambar 2.11 Simbol diagram kubikel LBS

4) Kubikel CB *Out Metering* (PMT)

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 rele *proteksi circuit breaker (PMT, CB)* kubikel ini bisa di pasang sebagai alat pembatas, pengukuran dan pengamanan pada pelanggan tegangan menengah *current transformer* yang terpasang memiliki *double secunder* satu sisi untuk mensuplai arus ke alat ukur *kwh* dan satu sisi lagi untuk menggerakkan rele *proteksi* pada saat terjadi gangguan, kubikel ini terdiri dari:

1. Satu set busbar tiga fase.
2. Dua pemisah tiga kutub yang dioperasikan secara manual atau pemisahan dilakukan dengan penarikan/pencabutan pemutus tenaga yang ditempatkan dalam kompartemen (sistem laci).
3. Sebuah pemutus tenaga tiga kutub jenis SF₆ atau hampa udara, dengan pengoperasian melalui energi pegas yang pengisiannya dilakukan secara manual atau dengan motor listrik, pemutus tenaga tersebut dilengkapi kumparan pelepas (trip) dan indikator yang menunjukkan posisi, buka/tutup secara mekanis.

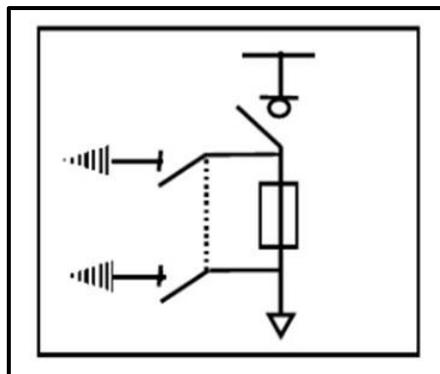


Gambar 2.12 Simbol diagram kubikel PMT

5) Kubikel *Transformers Protection* (TP)

Berfungsi sebagai alat pengaman transformator distribusi, dikenal juga dengan istilah kubikel pemutus beban, kubikel ini terdiri dari:

1. Satu set busbar tiga fase
2. Load breaker switch
3. Fuse pengaman trafo



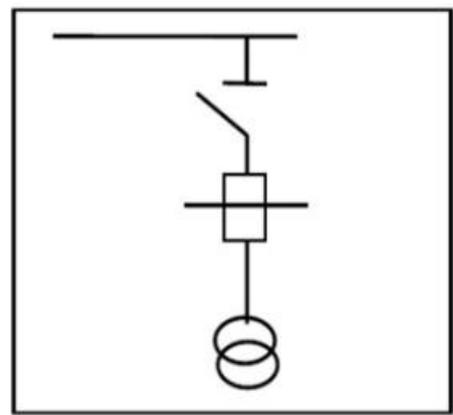
Gambar 2.13 Simbol diagram kubikel TP

6) Kubikel PT (*Potensial Transformer*)

Berfungsi sebagai kubikel pengukuran, didalam kubikel ini terdapat pemutus 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 PT (*Pot Transformer*), *handle* kubikel PT harus selalu dalam keadaan masuk dan



tersegel, untuk pengamanan trafo tegangan terhadap gangguan hubung singkat maka dipasanglah *fuse* TM.[9]



Gambar 2.14 Simbol diagram kubikel PT

2.4.1 Kubikel *double incoming*

Kubikel ini berfungsi sebagai pemutus atau penghubung beban dengan aliran listrik 20 kV , penghubung dilengkapi dengan peredam busur api sehingga dapat dioperasikan dalam keadaan berbeban, kubikel ini memiliki dua penyulang yang berbeda sehingga apabila penyulang 1 terjadi kerusakan maka penyulang 2 akan bekerja, kubikel ini juga sudah dilengkapi dengan sistem automatic transfert sistem yang mana kubikel akan bekerja secara otomatis, selain dapat bekerja otomatis tentunya kubikel ini juga bisa dioperasikan secara manual yang dilakukan oleh operator, Berikut komponen-komponen pada kubikel dengan 2 penyulang antara lain sebagai berikut:



Gambar 2.15 Panel kubikel SM-6 NSM

Penjelasan dari gambar di atas adalah sebagai berikut:

- 1) Ruang *low voltage* ialah merupakan komputer dari sistem panel kubikel di dalamnya terdapat komponen antara lain:
 1. Module T200 ialah modul penggerak ATS (*automatic transfert sistem*).
 2. Baterai 12 vdc supply DC sebagai supply sistem kontrol pada panel kubikel.
- 2) Ruang monitoring ialah merupakan tempat pengkoneksian antar kabel wiring satu dengan yang lainnya di dalamnya terdapat beberapa komponen antara lain:
 1. MCB (*miniature circuit breaker*) pengaman instalasi wiring.
 2. Terminal kontak untuk menghubungkan kabel wiring satu dengan yang lainnya.

- 3) Ruang busbar koneksi ialah merupakan tempat pengkoneksian antara busbar panel 1 dengan busbar panel yang lainnya juga sebagai tempat pengkoneksian antara busbar dengan *load break switch* ,di dalamnya terdapat beberapa komponen antara lain:
1. Busbar 630 Amp dengan tegangan kerja 20-24 kV berfungsi sebagai pengkoneksi antara panel kubikel satu dengan panel kubikel yang lainnya.
 2. *Switchgear* atau *load break switch* sebagai penghubung/pemutus antara kabel power *supply* dengan busbar koneksi.
 3. Pin isolator sebagai pengunci antara busbar satu dengan busbar yang lainnya.
- 4) Ruang kontrol ialah merupakan tempat beroperasinya panel kubikel pada posisi *close/open* dengan penggerak mekanis dan secara elektrik di dalamnya terdapat beberapa komponen antara lain:
1. Sistem penggerak mekanik *load breaker switch* pada posisi *open, close*, atau pun pembumian.
 2. Terminal kontak penghubung antara kabel control dengan komponen lainnya.
 3. *Motorized* sebagai penggerak mekanik secara otomatis.
- 5) Ruang kabel koneksi ialah merupakan tempat pengkoneksian antara kabel penyulang dengan *switchgear/load break switch* di dalamnya terdapat beberapa komponen antara lain:
1. Pin isolator sebagai penyangga agar kabel penyulang dapat terkoneksi dengan baik.

2. *Heater* atau pemanas berfungsi agar panel kubikel tetap dalam kondisi kering dan tidak terjadi kelembaban.
- 6) *Inspection ports* ialah tempat untuk melihat atau mengecek kondisi di dalam ruangan kabel dengan posisi aman walaupun panel sedang dalam keadaan bertegangan.

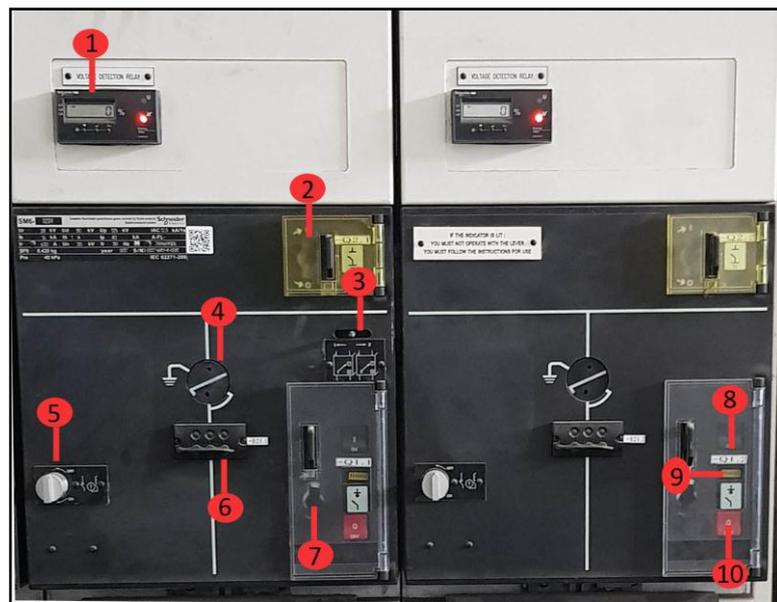


Gambar 2.16 Panel kubikel SM-6 NSM

Penjelasan dari gambar di atas sebagai berikut:

1. *Plate identifikasi* merupakan identifikasi penamaan dari penyulang yang masuk ke panel kubikel.
2. *Name plate* merupakan *name plate* dari aksesoris yang terpasang di kubikel.

3. *Karakteristik* dan *deskripsi* ialah kemampuan daya tahan panel yang sudah di uji oleh pihak Schneider.
4. *Plate question* merupakan *plate* peringatan akan kondisi panel yang tidak boleh di operasikan secara manual apabila indikator otomatis menyala.
5. *Motorization plates* ialah plate dari *motorize* bahwa panel tersebut sudah di lengkapi dengan sistem *motorize*.
6. *Manufacture plates* ialah merek dan tipe dari panel kubikel yang terpasang.

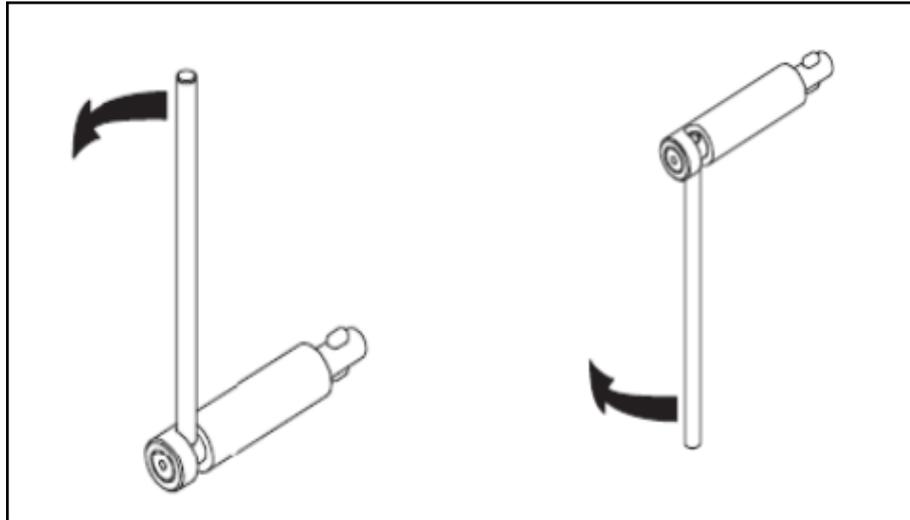


Gambar 2.17Panel kubikelSM-6 NSM

Penjelasan dari gambar di atas sebagai berikut:

1. *Voltage detection relay* ialah merupakan suatu aksesoris yang terdapat di dalam panel kubikel yang berfungsi sebagai pendeteksi tegangan yang masuk.
2. *Switch operating close* dan *open earthing* suatu tempat untuk melakukan pengoperasian pembumian di panel kubikel secara manual oleh operator.
3. *Switch manual interlock* suatu tempat untuk melakukan pengoperasian *interlock* secara manual yang di lakukan oleh operator.
4. Indikator status posisi DS (*disconnecting switch*) ialah tanda dari status posisi DS apakah posisi DS terhubung atau terputus.
5. *Electrical charging*,selektor (*motorize*) ialah selector untuk mengaktifkan *motorize* sehingga panel kubikel dapat bekerja secara otomatis.
6. VPIS *voltage presence indikator* sistem ialah suatu indikator tegangan yang terpasang di bagian depan panel,inila yang menjadi perhatian pertama kali untuk mengetahui tegangan sudah tersupply atau belum didalam panel kubikel.
7. *Switch operation LBS (load break switch)* ialah *switch* untuk mengoperasikan *load break switch* posisi open/terputus dan posisi *close*/terhubung secara manual yang dilakukan oleh operator.
8. Tombol *close* (manual) ialah tombol yang digunakan untuk mengubah posisi *load break switch* dari posisi *open*/terputus menjadi *close*/terhubung.

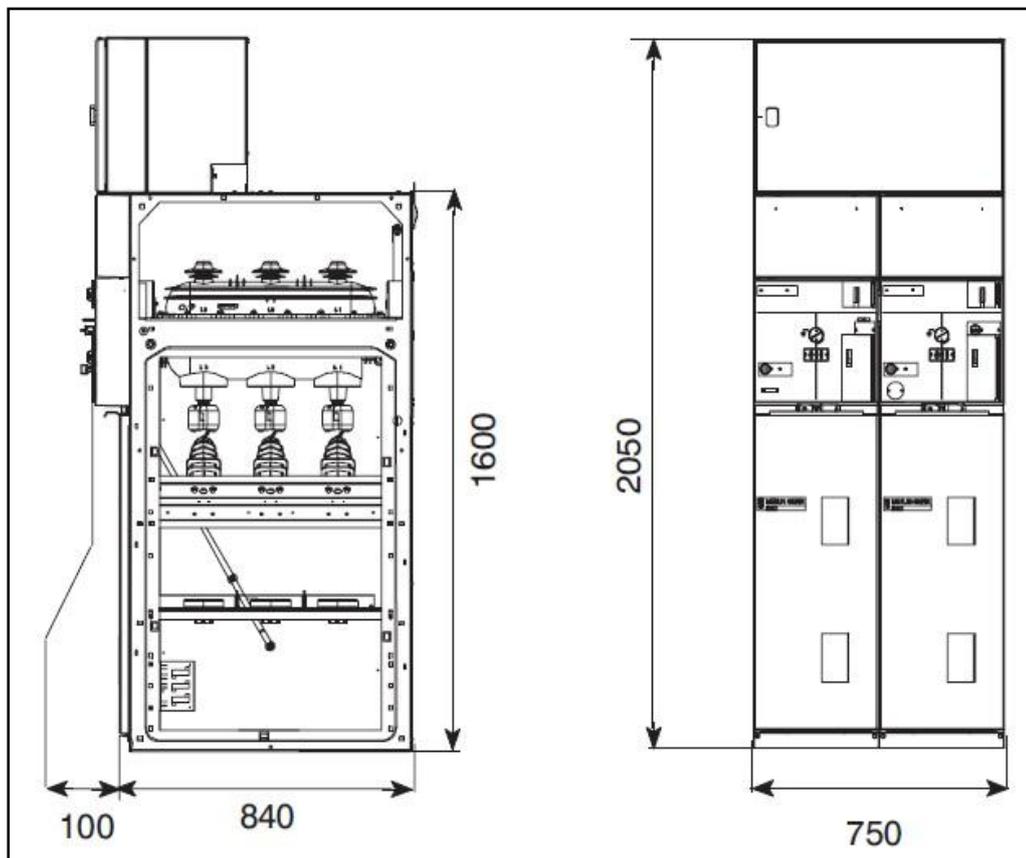
9. Indikator status mekanis (*charging* atau *uncharging*) ialah status dari sistem mekanik panel kubikel.
10. Tombol *opening* (manual) ialah tombol yang digunakan untuk mengubah posisi *load break switch* dari posisi *close*/terhubung menjadi *open*/terputus.



Gambar 2.18Tuas Panel Kubikel *SM-6 NSM*

Tuas panel kubikel ini merupakan suatu kelengkapan alat pada panel kubikel yang mana mempunyai fungsi apabila suatu saat terjadi masalah pada saat pengoperasian secara *otomatis* maka pengoperasian harus dilakukan secara *manual* dan tuas ini lah yang dibutuhkan sebagai alat untuk mengoperasikan panel kubikel secara *manual*, selain digunakan untuk pengoperasian secara *manual* tuas ini juga digunakan pada saat akan melakukan pembumian pada panel kubikel yang mana pembumian tidak bisa dilakukan secara *otomatis* melainkan hanya bisa dilakukan secara *manual*, adapun cara penggunaan tuas ini cukup mudah dan simple yang pertama harus kita lakukan ialah memasukan tuas ini ke *switch* pada panel kubikel seperti gambar pada halaman sebelumnya lalu kita putar tuas ke

arah bawah untuk operasi *open/OFF* (buka) putar tuas ke arah atas untuk operasi *close/ON* (tutup), tuas ini mempunyai peranan yang cukup penting apabila tuas ini hilang pengoperasian secara *manual* tidak dapat dilakukan dan pembumian tidak dapat dilakukan, ketika panel kubikel sudah beroperasi secara *otomatis* maka tuas ini pun biasanya sangat jarang kita perhatikan keberadaannya maka agar tidak luput dari perhatian kita bersama hendaknya tuas ini kita posisikan ditempat yang aman sehingga suatu ketika dibutuhkan kita dengan mudah menemukannya.



Gambar 2.19 Dimensi Panel kubikel *SM-6 NSM*

Panel kubikel memiliki dimensi yang berbeda-beda tergantung dari pabrikan masing-masing, adapun dimensi pada gambar kubikel di atas ialah merupakan pabrikan dari *Schneider* dengan tipe *SM-6 NSM* dengan satuan

ukuran centimeter (cm), dimensi ini dibutuhkan pada saat merencanakan pembangunan ruangan panel kubikel ataupun menyesuaikan dengan ruangan yang sudah tersedia yang nantinya akan digunakan sebagai ruangan untuk pengoperasian panel kubikel.[10]

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT Pelindo 1 cabang pelabuhan Belawan, jalan Kapten R Sulian No.1 Belawan Sumatera Utara 20411, waktu penelitian di rencanakan berlangsung selama lebih kurang 4 (empat) bulan, di mulai dari survey lokasi, pengenalan alat, dan pengambilan data pengujian.

3.2 Data Penelitian

Adapun data yang digunakan untuk penelitian *Automatic transfert system medium voltage 20 kV* ini sebagai berikut:

1. Kebutuhan daya listrik dermaga industri kimia dasar 1 dan industri kimia dasar 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Beban listrik terpasang

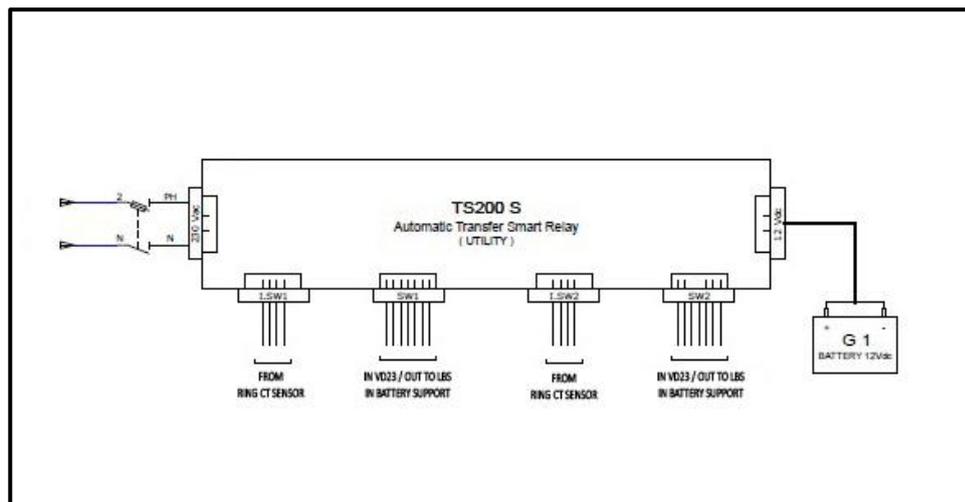
No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (Amp)
1.	<i>Container office</i> PT.Seirama Laju 1	10 Amp
2.	<i>Container office</i> pelayanan operasi	10 Amp
3.	Pos <i>security</i> 1	6 Amp
4.	Pos <i>security</i> 2	6 Amp
5.	Penerangan dermaga 1	25 Amp
6.	Penerangan dermaga 2	25 Amp
7.	Penerangan lapangan penumpukan	32 Amp

2. Adapun setelah adanya perluasan dermaga menjadi dermaga industri kimia dasar 3 kebutuhan listrik juga semakin bertambah, data pertambahan beban listrik antara lain sebagai berikut:

Tabel 3.2 Beban listrik terpasang

No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (Amp)
1.	Gedung kantor <i>pilot station</i>	250 Amp
2.	<i>Container office</i> PT.Seirama Laju 2	10 Amp
3.	Pos <i>security</i> 3	6 Amp
4.	Penerangan dermaga 3	25 Amp

3. Panel kubikel *medium voltage* pabrikan *Schneider* dengan tipe *SM-6 NSM*. Panel kubikel dengan merek *Schneider* tipe *SM-6 NSM* adalah panel *SM-6* series yang berfungsi atau beroperasi secara bergantian *changeover automatic* dengan dua penyulang yang berbeda adapun wiring diagram pada panel kubikel antara lain adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Wiring diagram kubikel *SM-6 NSM*

12. *Current sensor*.

13. *Incoming* penyulang 2 dengan tegangan 20 kV.

Panel kubikel memiliki beberapa komponen seperti penjelasan di atas yang mana salah satu dari komponen tersebut ialah sebagai pendeteksi adanya tegangan yang masuk yaitu *volteg detection relay* yang mana ada tegangan yang masuk maka *volteg detection relay* akan bekerja berdasarkan tegangan dan waktu yang telah di *setting* berdasarkan *standard* acuan yang di tetapkan oleh *Schneider*, adapun *standard* acuannya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 *Setting* dan *Presentase* tegangan berdasarkan *standard Schneider*.

<i>Setting</i>	<i>Presence</i>	S_U	Presentase tegangan hadir	40% to 90%	80 %
		T11	Waktu relay aktif	0s to 21s	0.1 s
	<i>Absence</i>	S_A	Presentase tegangan hilang	10% to 30%	20 %
		T21	Waktu relay aktif	0s to 21s	0.1 s

3.3 Pengoperasian *Close DS Secara Manual*

Pengoperasian *manual* ialah mengoperasikan panel kubikel secara *manual* yang dilakukan oleh operator dengan langkah-langkah yang akan di jelaskan pada halaman berikutnya, pengoperasian kubikel secara *manual* ini di lakukan apabila ketika pengoperasian secara otomatis mengalami gangguan sehingga pengoperasian harus di lakukan secara *manual* oleh operator, gangguan yang biasanya terjadi ketika *otomatis* tidak berfungsi dengan baik ialah tidak adanya *supply* tegangan pada *motorize* sehingga sistem mekanis tidak dapat bekerja secara *otomatis* dan membutuhkan tindakan lebih lanjut, antara lain langkah-langkah pengoperasian secara *manual* sebagai berikut :

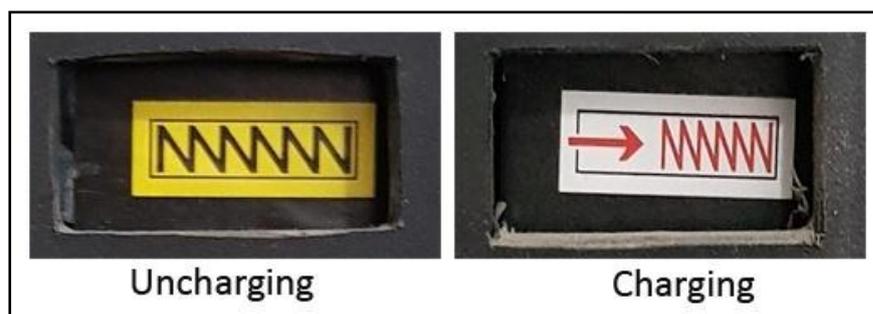
Langkah 1



Gambar 3.3Panel kubikel SM-6 NSM

1. Pilih dan pastikan power *supply* mana yang akan digunakan sebagai peyulang
2. Posisikan selektor *motorize* (A) pada posisi *OFF*
3. Masukkan tuas ke *switch operating disconnecting switch*
4. Lalu putar tuas ke arah kanan atas seperti di gambar di atas
5. Kemudian *spring charging* indikator (B) akan berubah status menjadi *charging*

Langkah 2



Gambar 3.4ChargingSM-6 NSM

6. Pastikan *spring charging* indikator sudah berubah status menjadi *charging*

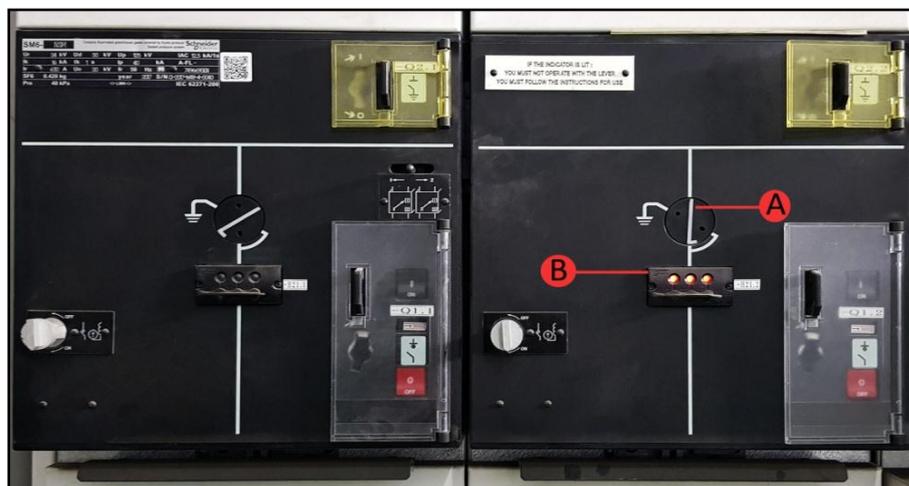
Langkah 3



Gambar 3.5 Panel kubikel SM-6 NSM

7. Setelah *charging* (B), *close switch* dengancara memilih *switch* yg mau di *close* (kanan/kiri) dari selektor (A).
8. Geser dan di tahan (A) kemudian tekan tombol *close/ON* (C),

Langkah 4



Gambar 3.6 Status DS (*disconnecting switch*) *close*

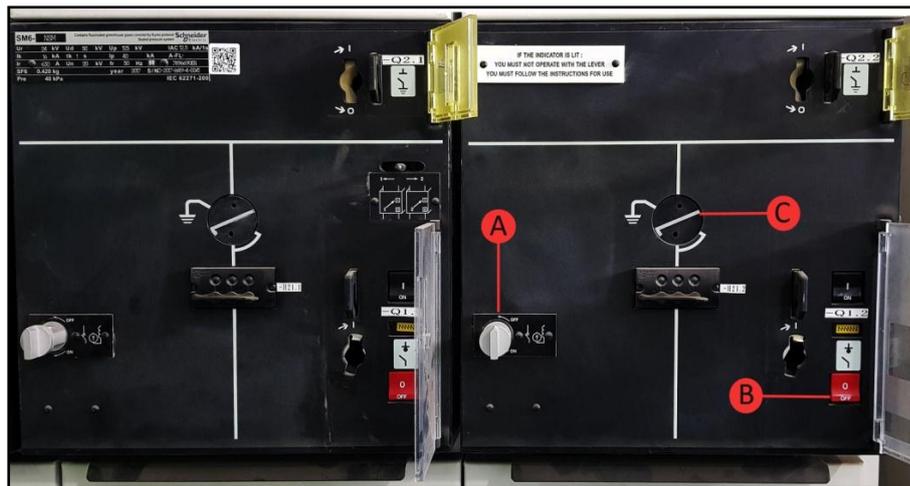
9. Perhatikan DS(*disconnecting switch*) akan berubah status menjadi *close* atau terhubung (A).

10. Untuk memastikan tegangan sudah tersupply atau belum perhatikan *voltage indicator* pada panel akan menyala (B) seperti gambar diatas.

3.3.1 Pengoperasian *Open DS (disconnecting switch) Secara Manual*

Pengoperasian *open DS (disconnecting switch)* ialah pelepasan *supply* tegangan ke busbar sehingga panel kubikel tidak tersupply tegangan dan biasanya di lakukan apabila pada saat ingin melakukan pemeliharaan atau pun pemeriksaan, *open DS (disconnecting switch)* di lakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pbumian, berikut langkah pengoperasian *open DS (disconnecting switch)*:

Langkah 1



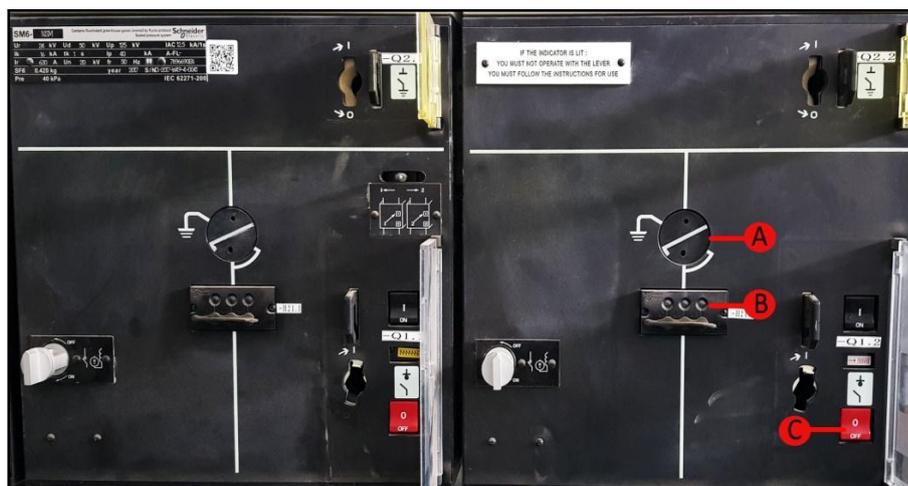
Gambar 3.7 Status DS (*disconnecting switch*) *open*

1. Posisikan selektor *motorize* (A) pada posisi *OFF*
2. *Open switch* dengan menekan tombol *Open* (B)
3. Perhatikan maka DS (*disconnecting switch*) akan berubah status menjadi *open* (C) seperti gambar di atas

3.3.2 Pengoperasian *Earthing Switch* (pembumian)

Earthing switch menghubungkan bagian-bagian hidup/kabel *line* dengan tanah, *switch* ini selalu pada posisi *open* atau terbuka tidak terhubung dan akan di *close* pada saat pemeliharaan, pengoperasian pembumian atau *earthing switch* hanya bisa dilakukan secara manual oleh *operator* atau pun teknisi dan tidak bisa di lakukan secara *otomatis*, pintu depan pada panel kubikel tidak akan bisa di buka apabila posisi panel kubikel belum pada posisi *earthing switch*, ini la salah satu sistem keamanan yang ada pada panel kubikel, sistem pembumian ini merupakan sistem yang penting di dalam panel kubikel, pada saat pemeliharaan panel kubikel sistem pembumian harus di fungsikan agar teknisi lebih aman ketika bekerja, *earthing switch* digunakan untuk mentanahkan bagian aktif selama pemeliharaan dan selama pengujian, sebelum melanjutkan ke pekerjaan pemeliharaan tegangan yang tersisa pada kabel dibuang ke tanah, dengan cara mengclose atau menutup *earth switch*, berikut beberapa langkah dalam mengoperasikan *earthing switch*:

Langkah 1



Gambar 3.8 Status DS (*disconnecting switch*) *open*

1. Pastikan *supply* tegangan sudah terputus
2. Lihat *volteg indicator* (B) apabila sudah tidak menyala artinya sudah tidak ada tegangan
3. Posisikan DS (*disconnecting switch*) dalam posisi *open* atau tidak terhubung (A)
4. Apabila masih terhubung tekan maka tekan *close* atau *off* (C)

Langkah 2



Gambar 3.9 Status *Earthing switch*

5. Masukkan tuas ke *earthing switch* seperti gambar diatas
6. Lalu putar *handle* tuas kearah kanan atas agar terhubung
7. Status *earthing switch close* (A)

Langkah 3

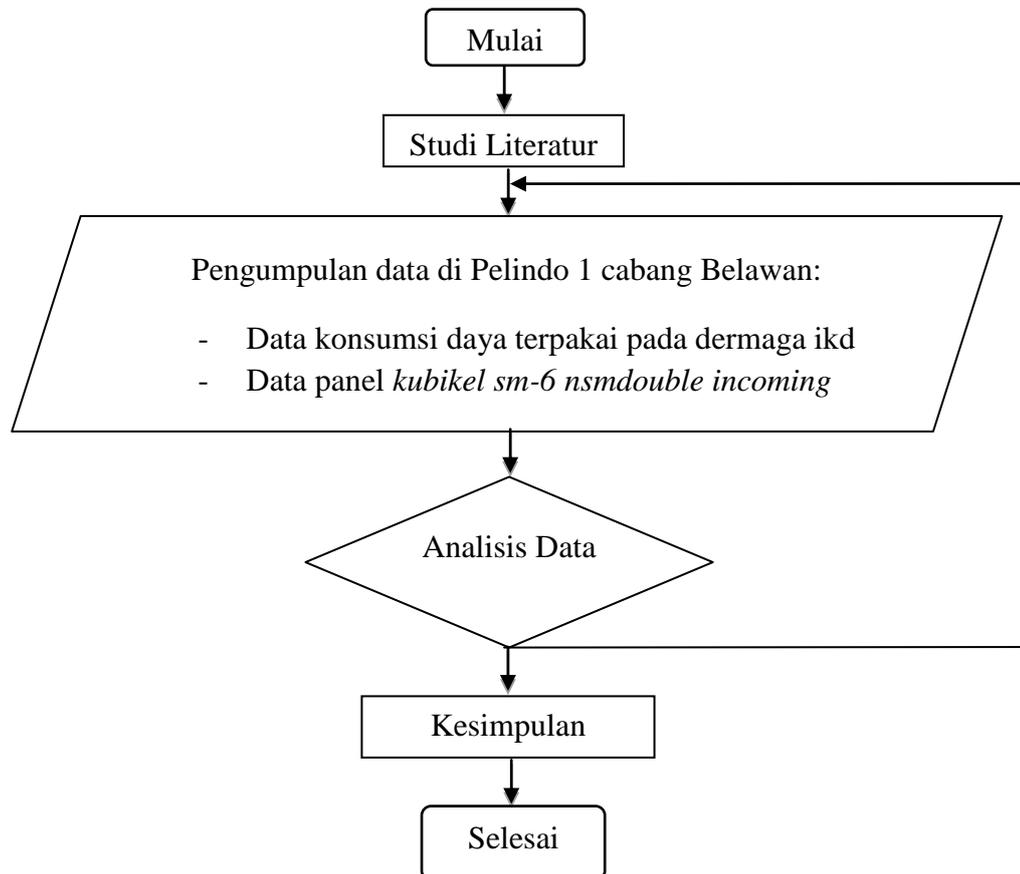


Gambar 3.10 Status DS (*disconnecting switch*) *open*

8. Ketika sudah selesai pemeliharaan dan akan memposisikan *earthing switch* pada posisi *open*
9. Posisikan handle tuas di *earthing switch*
10. Lalu putar kearah kiri bawah agar posisi *open* atau terbuka (A)

3.4 Diagram Alir Proses Penelitian

Adapun diagram alir untuk mempermudah memahami proses penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.11Diagram Alir Sistem

BAB IV

ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Dalam bab ini akan di bahas tentang analisis kebutuhan daya listrik yang di perlukan dan penelitian system kerja *automatic transfert system medium voltage 20 kV* pada panel kubikel tipe *NSM* pabrikan *schneider*, penelitian ini di lakukan berdasarkan data survey di lapangan dan dengan mengikuti wiring diagram yang bersumber dari *schneider* juga dengan tes pengujian langsung di lapangan.

4.1 Analisis Kebutuhan Daya Listrik Dermaga IKD

Adapun data penelitian daya listrik yang di butuhkan berdasarkan survey di lapangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Beban listrik terpasang dermaga IKD 1 dan IKD 2

No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (Amp)
1.	<i>Container office</i> PT.Seirama Laju 1	10 Amp
2.	<i>Container office</i> pelayanan operasi	10 Amp
3.	Pos <i>security</i> 1	6 Amp
4.	Pos <i>security</i> 2	6 Amp
5.	Penerangan dermaga 1	25 Amp
6.	Penerangan dermaga 2	25 Amp
7.	Penerangan lapangan penumpukan	32 Amp

Rincian daya di atas adalah sebagai berikut:

Container office PT.Seirama Laju

$$P = V \times I = 220\text{Volt} \times 10\text{Amp} = 2200 \text{ VA}$$

Container office pelayanan operasi

$$P = V \times I = 220\text{Volt} \times 10\text{Amp} = 2200 \text{ VA}$$

Pos *security* 1

$$P = V \times I = 220\text{Volt} \times 6\text{Amp} = 1300 \text{ VA}$$

Pos *security* 2

$$P = V \times I = 220\text{Volt} \times 6\text{Amp} = 1300 \text{ VA}$$

Penerangan dermaga 1

$$S = \sqrt{3} \times V \times I = 1,73 \times 380\text{V} \times 25\text{Amp} = 16.435 \text{ VA}$$

Penerangan dermaga 2

$$S = \sqrt{3} \times V \times I = 1,73 \times 380\text{V} \times 25\text{Amp} = 16.435 \text{ VA}$$

Penerangan lapangan penumpukan

$$S = \sqrt{3} \times V \times I = 1,73 \times 380\text{V} \times 32\text{Amp} = 21.036 \text{ VA}$$

Total kebutuhan daya listrik IKD 1 dan IKD 2 adalah 60.906 VA

Tabel 4.2 Beban listrik terpasang dermaga IKD 3

No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (Amp)
1.	Gedung kantor <i>pilot station</i>	250 Amp
2.	<i>Container office</i> PT.Seirama Laju 2	10 Amp
3.	Pos <i>security</i> 3	6 Amp
4.	Penerangan dermaga 3	25 Amp

Rincian daya di atas adalah sebagai berikut:

Gedung kantor *pilot station*

$$S = \sqrt{3} \times V \times I = 1,73 \times 380V \times 250Amp = 164.350 VA$$

Container office PT.Seirama Laju

$$P = V \times I = 220V \times 10Amp = 2200 VA$$

Pos *security* 3

$$P = V \times I = 220V \times 6Amp = 1300 VA$$

Penerangan dermaga 3

$$S = \sqrt{3} \times V \times I = 1,73 \times 380V \times 25Amp = 16.435 VA$$

Total kebutuhan daya listrik IKD 3 adalah 184.285 VA

Adapun total kebutuhan daya IKD 1, IKD 2, IKD 3 adalah 60.906 VA + 184.285

$$VA = 245.191 VA$$

Dalam perhitungan dan analisa diasumsikan factor daya sebesar 0,8 lagging, pemakaian factor daya ini di maksudkan untuk memperkirakan kebutuhan daya semu, maka total kebutuhan daya pada dermaga industri kimia dasar 1, industri kimia dasar 2 dan industri kimia dasar 3 adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban terpasang} = \frac{245.191}{0.8} = 306,488 \text{ kVA}$$



Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Daya IKD 1, 2, dan 3.

4.2 Analisis Sistem Kerja kubikel NSM 20 kV

Komponen utama dari panel kubikel *SM-6 NSM* ialah *easergy T200 automatic transfert system* sebagai pengontrol, penggerak dan pemberi perintah, yang mana *T200* mendapatkan supply tenaga utama *220 Volt* dengan daya sekitar *10 Amp* ($P = V \times I = 220 \text{ Volt} \times 10 \text{ Ampere} = 2200 \text{ VA}$) dan untuk mengcontrol sistem *circuit Easergy T200 ATS* mensupply tegangan *12 Vdc* yang di dapat dari baterai yang terletak di ruangan *low volteg* dan baterai sudah di lengkapi dengan *recharger* yang berada di dalam *easergy T200 ATS*.

Ketika penyulang 1 dan penyulang 2 sudah mendapatkan input tegangan *20 kV* dari sumber utamanya dan *VPIS/voltage presence indikator system* akan menyala maka *VD23 voltage detection relay* akan mendeteksi adanya tegangan yang masuk melalui *VPIS/voltage presence indikator system*, *VD23* mengukur tegangan awal yang masuk pada penyulang dan menetapkan nilai tersebut sebagai

referensi 100% dan VD23 bekerja berdasarkan presentase tegangan, VD23 *volteg detection relay* di dalamnya mempunyai dua buah relay yaitu relay 1 (R1) ialah *volteg present*/kehadiran tegangan dan relay 2 (R2) ialah *volteg absent*/tidak ada tegangan, setiap penyulang masing-masing mempunyai VD23 *volteg detection relay*, ketika penyulang 1 mendeteksi keberadaan tegangan maka R1 VD23 mengirim sinyal ke *module T200 ATS* dan mengirim perintah untuk meng *open* dan meng *interlock LBS load break switch* penyulang 2, dan selanjutnya T200 ATS akan mengirim perintah ke *LBS/load break switch* penyulang 1 untuk meng*close*.

Dan ketika tegangan penyulang 1 hilang maka R2 VD23 mengirim sinyal ke *module T200 ATS* dan mengirim perintah untuk meng *open* dan meng *interlock LBS/load break switch* penyulang 1, dan selanjutnya T200 ATS akan mengirimkan perintah ke *LBS/load break switch* penyulang 2 untuk meng *close*.

Presence ialah kehadiran tegangan pada panel kubikel ketika tegangan hadir maka VD23 akan mengirim sinyal bahwa tegangan sudah hadir dan mengukur tegangan awal yang masuk pada penyulang dan menetapkan nilai tersebut sebagai referensi 100%, hasil survey di lapangan melihat dari *power meter* bahwa tegangan yang hadir sekitar 20,665 kV maka VD23 akan bekerja ketika tegangan hadir mencapai 90 % yaitu :

$$\frac{20665}{100 \%} \times 90\% = 18,598 \text{ kV}$$

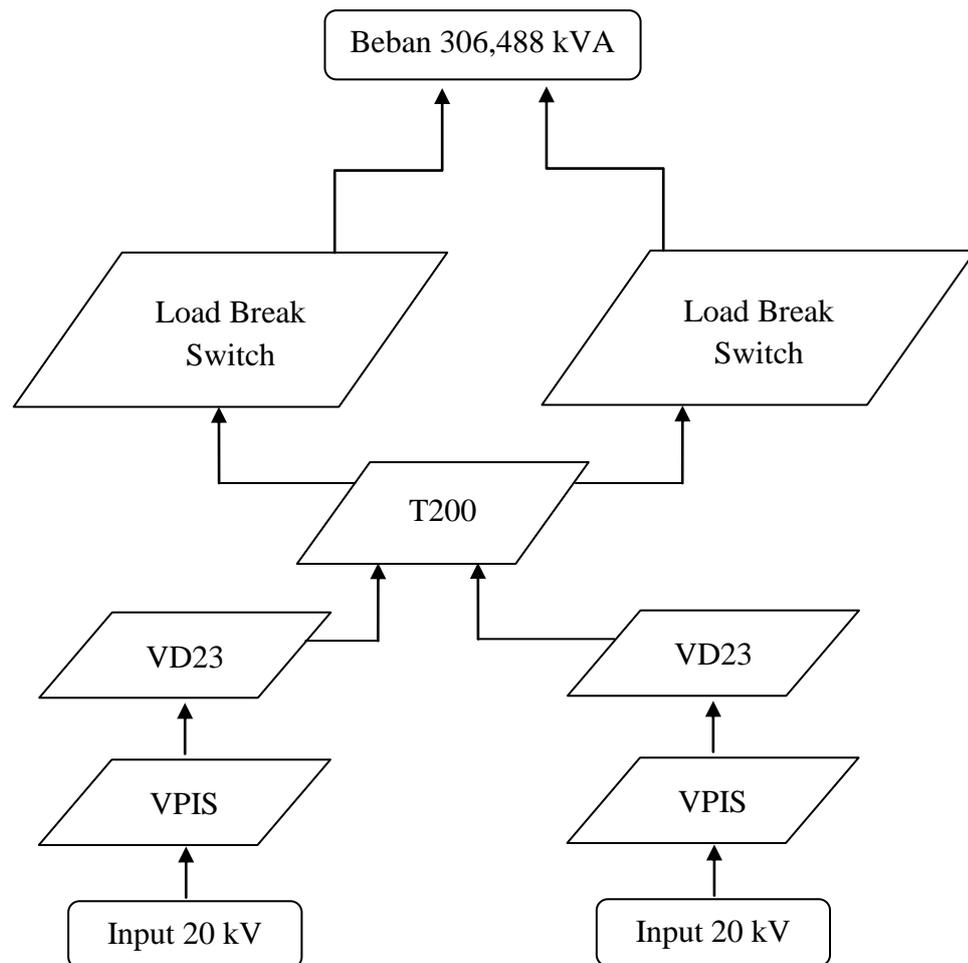
dan relay akan aktif pada waktu yang telah di *setting* yaitu 0.1 detik.

Absence ialah kehilangan tegangan pada panel kubikel ketika tegangan hilang maka VD23 akan mengirim sinyal bahwa tegangan hilang dan ketika tegangan hilang mencapai 10 % yaitu:

$$\frac{20665}{100\%} \times 10\% = 2,066 \text{ kV}$$

dan *relay* akan bekerja pada waktu yang telah di setting yaitu 0,1 detik.

Adapun diagram alir sistem kerja panel kubikel SM-6 NSM adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Diagram Alir sistem kerja kubikel SM-6 NSM

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan survey yang telah di lakukan maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian data yang telah di lakukan bahwa total daya yang terpakai sebelum adanya perluasan dermaga sebesar 60,906 kVA dengan trafo daya terpasang sebesar 200 kVA, kemudian setelah adanya perluasan dermaga IKD 3 total daya terpakai bertambah menjadi 306,488 kVA dengan trafo daya terpasang sebesar 400 kVA.
2. *Automatic transfert system* bekerja berdasarkan tegangan dan waktu yang telah di tentukan berdasarkan *standard* dari *Schneider* yaitu apabila *presentase* tegangan hadir mencapai 90% atau sama dengan 18,598 kV pada waktu 0,1 detik maka penyulang 1 akan bekerja dan ketika *presentase* tegangan penyulang 1 hilang mencapai 10% atau sama dengan 2,066 kV pada waktu 0,1 detik maka penyulang 2 akan bekerja.

5.2 Saran

Panel kubikel *Schneider* tipe *SM-6 NSM* hanya di fungsikan sebagai *Auto change* antara penyulang 1 dan penyulang 2 dengan tegangan kerja 20 kV dan di dalamnya tidak terdapat proteksi gangguan pada jaringan distribusi maupun trafo distribusi ,maka dari ini penulis berharap ke depannya ada penelitian terkait jenis

panel yang berbeda tipe dan bisa memproteksi berbagai jenis gangguan pada jaringan distribusi atau pun trafo distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ramadhani, "Sistem Kelistrikan Rsud Ulin Yang Handal Menggunakan Distribusi Jaringan Listrik Tegangan Menengah 20 Kv Terintegrasi," *Bul. Profesi Ins.*, vol. 1, no. 2, pp. 19–22, 2018, doi: 10.20527/bpi.v1i2.11.
- [2] T. D. C. Belo, D. Notosudjono, and D. Suhendi, "Analisa Kebutuhan Daya Listrik di Gedung Perkuliahan 10 Lantai Universitas Pakuan Bogor," pp. 1–10, 2016.
- [3] P. Ilmiah, "STUDI KEANDALAN PENGGUNAAN CUBICLE 20 kV" 2016.
- [4] Sujito, "Koordinasi Proteksi Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Software Edsa 2005," *Tekno*, vol. 19, no. 1693–8739, pp. 27–36, 2013.
- [5] J. Oliver, "Hilos Tensados," vol. 1, no., pp. 1–476, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [6] S. Hasanuddin, "Program studi teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah makassar 2019.
- [7] BAB II and T. Pustaka, "Suhadi dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1, 2008.
- [8] P. P. Jayawardana, "Sistem Distribusi," pp. 1–8, 2011.
- [9] A. Goleman, Daniel; Boyatzis, Richard; McKee, "Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Peralatan Primer Gardu Induk," Jakarta, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [10] C. N. S. M. Nsm, "Cellule NSM NSM cubicle Notice utilisation," 2018.
- [11] D. Inverse and P. Voltage, "VD23 VD23."
- [12] G. Schneider, "Instructions for use
- [13] Belly, Alto Dadan, C Agusman, and B. Lukman "Daya aktif, reaktif & nyata" *Fak. Tek. Univ. Indonesia* 2010
- [14] Ahmad Wahid, "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik

Universitas Tanjungpura,” J. Tek. Elektro UNTAN, vol. 2, no. 1, p. 10, 2014.

- [15] K. P. Lombok, “Analisis kebutuhan fasilitas sisi laut pelabuhan terminal khusus pltgu lombok,” no. 61, pp. 197–206, 2018.
- [16] A. A. FISU, “Analisis Perencanaan Pengembangan Fasilitas Terminal Khusus PLTU Nagan Raya Aceh,” no. 61, 2020, doi: 10.31227/osf.io/zcxng.

LAMPIRAN



PT. PELABUHAN INDONESIA I (PERSERO)
CABANG BELAWAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Suryawan Udadi Nugrahan

NIPP : 188042987

Selaku pegawai PT Pelindo 1 (PERSERO) menerangkan bahwa data yang diberikan untuk keperluan kelengkapan penyusunan tugas akhir mahasiswa yang bernama :

Nama : M Firmansyah

NPM : 1507220104

Judul : "Analisis Automatic Transfer System Medium Voltage 20 kV
di Pelindo 1 Cabang Belawan"

Merupakan data yang valid dan otentik, Berikut data-data yang diberikan :

1. Rincian pemakaian daya listrik IKD 1, IKD 2, dan IKD 3.
2. Manual book panel kubikel Schneider SM-6 NSM.

Demikian lah surat pernyataan ini di buat agar dapat di gunakan dengan seperlunya dan dengan sebaik-baiknya, Terima kasih.

Suryawan Udadi Nugrahan
Suryawan Udadi Nugrahan
CABANG BELAWAN

Jl. Kapten R. Sulan No. 1
Belawan 20411
Telp. (061) 6941919
Fax. (061) 6941300
E-mail : belawan@pelindo1.co.id

Daya listrik terpasang dermaga IKD 1 dan IKD 2

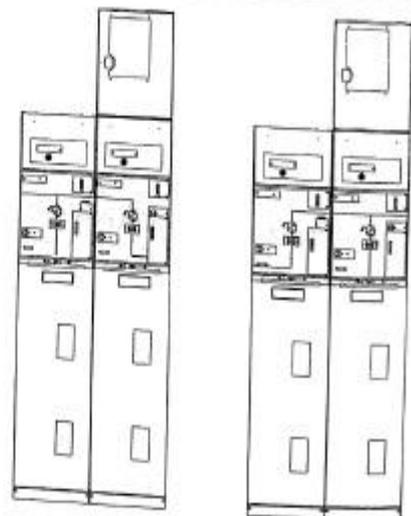
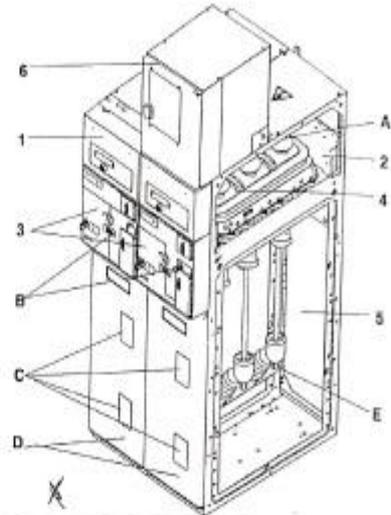
No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (VA)
1.	Container office PT.Seirama Laju 1	2200 VA
2.	Container office pelayanan operasi	2200 VA
3.	Pos security 1	1300 VA
4.	Pos security 2	1300 VA
5.	Penerangan dermaga 1	16.435 VA
6.	Penerangan dermaga 2	16.435 VA
7.	Penerangan lapangan penampukan	21.036 VA

Daya listrik terpasang dermaga IKD 3

No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (VA)
1.	Gedung kantor pilot station	164.350 VA
2.	Container office PT.Seirama Laju 2	2200 VA
3.	Pos security 3	1300 VA
4.	Penerangan dermaga 3	16.435 VA

**NSM IM/IMB
or IMB/IM type cubicle**

- 1 : monitoring cabinet
- 2 : busbar cabinet
- 3 : control cabinet
- 4 : switchgear cabinet:
switch and earthing switch
- 5 : lower busbar connection
cabinet
- 6 : low voltage box
- A : upper busbar connecting
pads
- E : voltage presence indicator
- C : inspection ports
- D : front panels
- E : lower busbar connecting pads



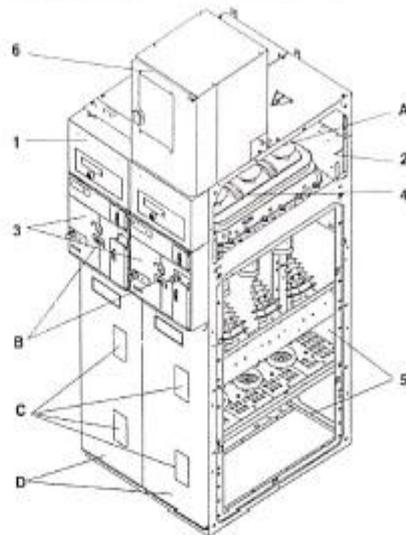
Priority incoming supply
on the left via cables and
emergency supply via busbars,
irrespective of the operating mode
(network or power supply unit).

Priority incoming supply
on the left via cables and
emergency supply via busbars,
irrespective of the operating mode
(network or power supply unit).

general description

NSM IM/IM type cubicle

- 1 : monitoring cabinet
- 2 : busbar cabinet
- 3 : control cabinet
- 4 : switchgear cabinet:
switch and earthing switch
- 5 : cable connection
cabinet
- 6 : low voltage box
- A : busbar connecting pads
- B : voltage presence indicator
- C : inspection ports
- D : front panels

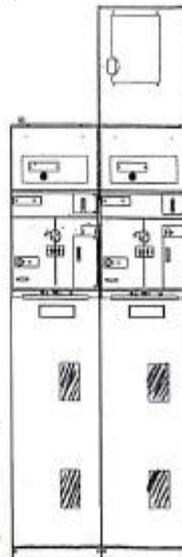


front

Power supply to both incoming units via cables.

Cable supply to the 2 incoming cubicles.

Priority incoming supply on the left, irrespective of the operating mode (network or power supply unit).





LEMBAR ASISTENSI

NAMA : M Firmansyah
NPM : 1507220104
JUDUL : Analisis Automatic Transfer System Medium Voltage 20KV di Perindo 1 cabang pelabuhan Belawan
ASISTENSI : Dosen Pembimbing I

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	06-02-2020	Revisi BAB I, BAB II, BAB III	
2.	15-04-2020	Revisi BAB IV	
3.	15-06-2020	Revisi BAB IV	
4.	09-07-2020	Revisi BAB IV, BAB V	
5.	21-07-2020	Atte seminar	

Dosen Pembimbing I

(Rohana, ST. MT)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Kampus Utama Urasu, Jln. Kap. Mochtar Basri No.3 Medan - 20220, Telp. (061) 663455

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : M Firmansyah
NPM : 15072201004
JUDUL : Analisis Automatic Transfer System Medium Voltage 20 kV di Pelindo 1 cabang pelabuhan Belawan
ASISTENSI : Dosen Pembimbing II

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	11-01-2020	ACC judul	
2.	31-01-2020	Perbaiki rumusan masalah	
3.	21-02-2020	Perbaiki Tinjauan Pustaka	
4.	06-03-2020	Perbaiki BAB II	
5.	15-04-2020	Perbaiki BAB II	
6.	23-04-2020	Perbaiki BAB II	
7.	30-04-2020	ACC Revisi	

Dosen Pembimbing II

(Jindra Roza, ST. MT)

ANALISIS *AUTOMATIC TRANSFERT SYSTEM MEDIUM VOLTAGE* 20 kV DI PELINDO 1 CABANG BELAWAN

M Firmansyah¹⁾, Rohana,S.T,M.T²⁾, Indra Roza,S.T,M.T³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Sarjana Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²⁾Pengajar dan Pembimbing Program Sarjana Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Email : mfirmansyahteknik@gmail.com

ABSTRAK

Pada suatu kawasan industri sangat diperlukan sebuah sistem kelistrikan yang cukup handal agar apabila terjadi suatu gangguan pada sistem kelistrikan maka kegiatan operasional tidak terganggu dan tetap bisa berjalan dengan normal sehingga tidak menyebabkan kerugian pada suatu perusahaan, di PT Pelindo1 cabang pelabuhan Belawan khususnya dermaga IKD (industri kimia dasar) sedang melakukan perluasan dermaga yang dinamakan perluasan dermaga IKD 3 yang mana sebelumnya telah ada IKD 1 dan IKD 2 sehingga dengan bertambah luasnya daerah maka kebutuhan daya listriknya juga akan bertambah, kebutuhan daya listrik IKD 1 dan IKD2 sebesar 60.906 VA dengan trafo daya terpasang 200 kVA setelah adanya IKD 3 kebutuhan daya menjadi 306.488 VA dengan trafo daya terpasang 400 kVA, Pada jaringan listrik dermaga IKD juga sering terjadi gangguan yang disebabkan oleh gangguan internal ataupun gangguan eksternal sehingga kegiatan operasional di pelabuhan tidak berjalan dengan semestinya dan bisa mengalami kerugian pada perusahaan maka dari itu pihak Pelindo1 membangun sebuah sistem kelistrikan yang cukup handal dengan menggunakan kubikel 20 kV dengan dua penyulang yang biasa disebut penyulang 1 dan penyulang 2 dan dapat bekerja secara otomatis sehingga apabila terjadi gangguan pada penyulang 1 maka penyulang 2 akan bekerja secara otomatis menggantikan penyulang 1, kubikel SM-6 NSM pabrikan Schneider ini adalah kubikel dengan sistem automatic transfert sistem dengan tegangan kerja 20 kV kubikel ini memiliki 2 penyulang yang telah standby yang biasa kita sebut dengan penyulang 1 dan penyulang 2, dan kubikel ini akan bekerja berdasarkan presentase tegangan dan waktu yang telah di setting berdasarkan standard schneider adapun dari hasil penelitian presentase tegangan mencapai 90% yaitu 18,598 kV maka penyulang 1 akan bekerja pada waktu 0,1 detik dan penyulang 2 akan bekerja menggantikan penyulang 1 ketika presentase kehilangan tegangan pada penyulang 1 mencapai 10% yaitu 2,066 kV dan akan bekerja pada waktu 0,1 detik.

Kata Kunci : Kubikel 20 kV, kubikel double incoming, Automatic transfert sistem.

1. Pendahuluan

Seiring dengan majunya perekonomian di Sumatera Utara khususnya di kota Medan, salah satu BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yaitu PT Pelindo 1 khususnya cabang pelabuhan Belawan terus meningkatkan fasilitas jasa kepelabuhanan seperti dermaga, alat bongkar muat, lapangan penumpukan, listrik dan air yang nantinya di harapkan dapat meningkatkan perekonomian di Sumatera Utara.

Di PT Pelindo1 khususnya cabang pelabuhan Belawan saat ini sedang melakukan perluasan dermaga dan perluasan lapangan penumpukan yang nantinya akan dapat digunakan sebagai tempat sandarnya kapal dan kegiatan operasional lainnya yang dinamakan sebagai perluasan dermaga IKD3 (industri kimia dasar 3), di Pelindo1 cabang Belawan sendiri saat ini tersedia daya listrik 197.000 VA untuk melayani dermaga IKD1 dan dermaga IKD2 yang mana letak dermaga IKD1 dan IKD2 bersebelahan dengan dermaga IKD3 akan tetapi power supply listrik yang tersedia saat ini hanya mempunyai 1 (satu) penyulang jaringan listrik saluran kabel tegangan rendah (kabel bawah tanah) yang sudah dibackup oleh genset dari sumber utamanya yang memiliki tegangan 380/220V, dan apabila terjadi kerusakan pada penyulang jaringan listrik dari sumber tenaga seperti gangguan dari *eksternal*

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Segitiga Daya

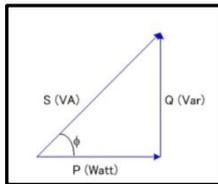
Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha, dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang

maupun *internal*, contohnya gangguan dari *eksternal* seperti adanya percobaan pencurian kebel listrik dari orang yang tidak dikenal, adanya penggalian drainase yang dapat menyebabkan kabel rusak akibat galian, dan adapun gangguan *internal* contohnya seperti kebocoran isolasi pada kabel, kerusakan pada *fuse* pengaman jaringan, sehingga apabila gangguan tersebut terjadi maka *power supply* listrik ke dermaga akan terputus secara total dan dapat menghambat operasional dilapangan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan diperlukan adanya sistem *backupp* penyulang jaringan sehingga apabila terjadi kerusakan pada satu penyulang baik dari gangguan *internal* maupun *eksternal*, tenaga listrik tetap bisa normal seperti semula dan diharapkan tidak mengganggu kegiatan operasional seperti halnya sistem jaringan distribusi pada rumah sakit dengan tingkat ke andalan yang cukup tinggi yang mana rumah sakit adalah tempat pelayanan publik yang sangat penting dimana pelayanan tersebut tidak terlepas dari kebutuhan listrik[1], dalam hal ini pihak PT Pelindo 1 cabang pelabuhan Belawan sudah melakukan pembaharuan jaringan distribusi di dermaga IKD1, IKD2, dan IKD3 yang mana penulis akan melakukan penelitian terhadap pembaharuan tersebut.

digunakan untuk melakukan kerja atau usaha, daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan *Watt* atau *Horsepower (HP)*, *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 *HP* setara 746 *Watt*, sedangkan *Watt* merupakan unit daya

listrik dimana 1 *Watt* memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 *Ampere* dan tegangan 1 *Volt*, segitiga daya adalah suatu hubungan antara daya nyata, daya semu, daya reaktif, yang dapat dilihat hubungannya pada gambar bentuk segitiga berikut ini:



Gambar 2.3Segitiga Daya

Dimana:

$$P = V \times I \times \cos\phi \text{ (Watt)}$$

$$S = V \times I \text{ (VA)}$$

$$Q = V \times I \times \sin\phi \text{ (VAR)}$$

Daya listrik dibagi menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Daya nyata/aktif (P)

Daya nyata merupakan daya listrik yang digunakan untuk keperluan menggerakkan mesin-mesin listrik atau peralatan lainnya atau daya yang terpakai untuk melakukan energi yang sebenarnya, satuan daya nyata adalah *Watt*

$$1 \text{ fasa: } P = V \times I \times \cos\phi$$

$$3 \text{ fasa: } P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$$

Keterangan:

P = Daya nyata (*Watt*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (*Ampere*)

$\cos\phi$ = Faktor Daya

2. Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu pengantar transmisi atau distribusi, daya ini merupakan hasil perkalian

antara tegangan dan arus yang melalui penghantar, satuan daya semu adalah *volt ampere*

$$1 \text{ fasa: } S = V \times I$$

$$3 \text{ fasa: } S = \sqrt{3} \times V \times I$$

Keterangan:

S = Daya semu (*VA*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (*Ampere*)

3. Daya Reaktif(Q)

Daya reaktif merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas, daya reaktif ini adalah hasil kali antara besarnya arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh faktor daya

$$1 \text{ fasa: } Q = V \times I \times \sin\phi$$

$$3 \text{ fasa: } Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin\phi$$

Keterangan:

Q = Daya reaktif (*VAR*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus (*Ampere*)

$\sin\phi$ = Faktor Daya. [5]

2.2 Sistem Jaringan Distribusi

Merupakan subsistem tersendiri yang terdiri dari pusat pengatur jaringan distribusi saluran tegangan menengah (6 kV – 20 kV) yang merupakan hantaran udara tegangan menengah (HUTM) atau saluran kabel tegangan menengah (SKTM), gardu distribusi tegangan menengah yang terdiri dari panel-panel distribusi tegangan rendah (380/220V) yang menghasilkan tegangan kerja untuk konsumen/pelanggan seperti pelanggan industri dan rumah tangga.

Tenaga listrik di hasilkan melalui pusat-pusat pembangkit listrik (*power plant*) seperti PLTA (pusat pembangkit listrik tenaga air), PLTG (pusat pembangkit listrik tenaga gas), PLTU (pusat pembangkit listrik tenaga uap), PLTD (pusat pembangkit listrik tenaga diesel) lalu energi listrik di salurkan melalui saluran *transmisi* setelah terlebih dahulu di naikan tegangannya dengan menggunakan *transformator step-up* yang ada di pusat pembangkit listrik, saluran tegangan tinggi memiliki tegangan (70 kV dan 150 kV), setelah tenaga listrik di salurkan dari pusat pembangkit tenaga listrik ke gardu induk (GI), lalu tegangan di turunkan menggunakan *transformator step-down* menjadi tegangan menengah yang juga disebut sebagai tegangan distribusi *primer* yang pada umumnya memiliki tegangan (6 kV – 20 kV), setelah tenaga listrik di salurkan melalui jaringan distribusi *primer* kemudian tenaga listrik diturunkan lagi tegangannya dengan menggunakan *transformator step-down* yang berada di dalam gardu-gardu distribusi atau pun pada trafo tiang menjadi tegangan rendah ($380/220\text{V}$), lalu tenaga listrik di salurkan kembali melalui jaringan tegangan rendah ke konsumen, tegangan sistem jaringan distribusi dapat di kelompokkan menjadi 2 bagian besar yaitu distribusi *primer* (20 kV) dan distribusi *sekunder* ($380/220\text{V}$), jaringan distribusi 20 kV sering juga disebut jaringan distribusi tegangan menengah dan jaringan distribusi $380/220\text{V}$ sering juga disebut jaringan tegangan rendah.[6]

2.3 Beberapa Jenis Jaringan Distribusi

1. Jaringan hantaran penghubung (*Tie line*)
Sistem distribusi ini digunakan untuk pelanggan yang penting yang apabila terjadi kerusakan atau pemadaman maka tidak boleh menunggu waktu yang lama contohnya seperti (Bandara udara, Pelabuhan, Rumah sakit, dan lain-lain), sistem jaringan distribusi ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan *Automatic change over switch/Automatic Transfer Switch*, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut sehingga apabila terjadi kerusakan atau gangguan pada satu penyulang maka pasokan listrik akan terpenuhi dari penyulang lainnya secara otomatis, keuntungan sistem ini adalah membutuhkan waktu yang efisien agar kebutuhan listrik tetap terjaga apabila terjadi suatu kerusakan baik *internal* ataupun *eksternal* sehingga tidak mengganggu kegiatan operasional, kelemahan sistem ini adalah membutuhkan biaya yang besar untuk membangun sistem seperti ini karna membutuhkan lebih dari satu penyulang jaringan listrik.

2.4 Kubikel

Kubikel merupakan seperangkat panel hubung bagi dengan tegangan kerja biasanya 6.000-20.000 Volt yang dipasang dalam gardu berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengontrol dan proteksi sistem penyaluran tenaga listrik ke pusat pusat beban, peralatan tersebut dirakit dan saling terkait komponen 1 dengan komponen lainnya.

Kubikel *double incoming* ini berfungsi sebagai pemutus atau penghubung beban dengan aliran listrik 20 kV, penghubung dilengkapi

dengan peredam busur api sehingga dapat di operasikan dalam keadaan berbeban, kubikel ini memiliki dua penyulang yang berbeda sehingga apabila penyulang 1 terjadi kerusakan maka penyulang 2 akan bekerja, kubikel ini juga sudah dilengkapi dengan sistem automatic transfert sistem yang mana kubikel akan bekerja secara otomatis, selain dapat bekerja otomatis tentunya kubikel ini juga bisa di operasikan secara manual yang dilakukan oleh operator.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di PT.Pelindo1 Cabang Pelabuhan Belawan

3.2 Data Penelitian

1. Kebutuhan daya listrik dermaga industri kimia dasar 1 dan industri kimia dasar 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Beban listrik terpasang

No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (Amp)
1.	Container office PT.Seirama Laju 1	10 Amp

2. Adapun setelah adanya perluasan dermaga menjadi dermaga industri kimia dasar 3 kebutuhan listrik juga semakin bertambah, data penambahan beban listrik antara lain sebagai berikut:

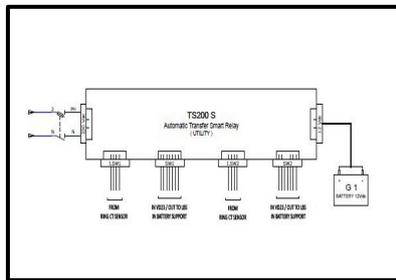
Tabel 3.2 Beban listrik terpasang

No.	Nama Pelanggan Listrik	Beban Terpasang (Amp)
1.	Gedung kantor	250 Amp

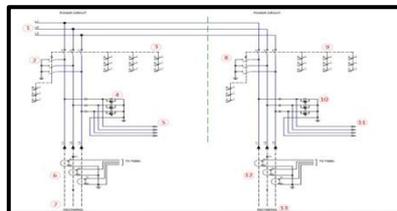
2.	Container office pelayanan operasi	10 Amp
3.	Pos security 1	6 Amp
4.	Pos security 2	6 Amp
5.	Penerangan dermaga 1	25 Amp
6.	Penerangan dermaga 2	25 Amp
7.	Penerangan lapangan penumpukan	32 Amp
	<i>pilot station</i>	
2.	Container office PT.Seirama Laju 2	10 Amp
3.	Pos security 3	6 Amp
4.	Penerangan dermaga 3	25 Amp

3. Panel kubikel *medium voltage* pabrikan *Schneider* dengan tipe *SM-6 NSM*.

Panel kubikeldengan merek *Schneider* tipe *SM-6 NSM* adalah panel *SM-6* series yang berfungsi atau beroperasi secara bergantian *changeoverautomatic* dengan dua penyulang yang berbeda adapun wiring diagram pada panel kubikel antara lain adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Wiring diagram kubikel *SM-6 NSM*



Gambar 3.2 Wiring diagram kubikel *SM-6 NSM*

Berikut keterangan dari gambar di atas:

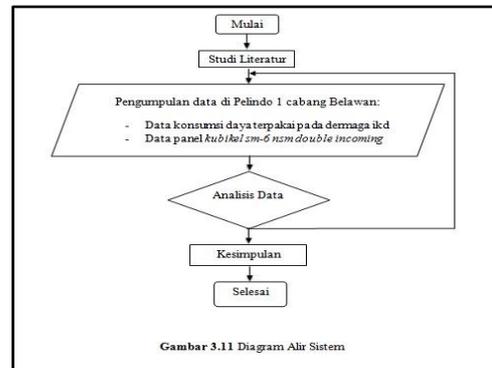
- Busbar connecting 630 Ampere.
- Earth switch.
- LBS/load break switch.
- VPIS *voltage presence indikator system* 18-25 kV.
- VD23 *voltage detection relay*.
- Current sensor.

- Incoming penyulang 1 dengan tegangan 20 kV.
- Earth switch.
- LBS/load break switch.
- VPIS *voltage presence indikator system* 18-25 kV.
- VD23 *voltage detection relay*.
- Current sensor.
- Incoming penyulang 2 dengan tegangan 20 kV.

Panel kubikel memiliki beberapa komponen seperti penjelasan di atas yang mana salah satu dari komponen tersebut ialah sebagai pendeteksi adanya tegangan yang masuk yaitu *volteg detection relay* yang mana ada tegangan yang masuk maka *volteg detection relay* akan bekerja berdasarkan tegangan dan waktu yang telah di *setting* berdasarkan *standard* acuan yang di tetapkan oleh *Schneider*.

3.3 Diagram Alir Proses Penelitian

Adapun diagram alir untuk mempermudah memahami proses penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.11 Diagram Alir Sistem

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Kebutuhan Daya Listrik Dermaga IKD

Adapun data penelitian daya listrik ikd 1 dan ikd 2 yang di butuhkan berdasarkan survey di lapangan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Container office PT.Seirama Laju} \\ P = V \times I = 220\text{Volt} \times 10\text{Amp} \\ = 2200 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Container office pelayanan operasi} \\ P = V \times I = 220\text{Volt} \times 10\text{Amp} \\ = 2200 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pos security 1} \\ P = V \times I = 220\text{Volt} \times 6\text{Amp} \\ = 1300 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pos security 2} \\ P = V \times I = 220\text{Volt} \times 6\text{Amp} \\ = 1300 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan dermaga 1} \\ S = \sqrt{3} \times V \times I \\ = 1,73 \times 380\text{V} \\ \times 25\text{Amp} \\ = 16.435 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan dermaga 2} \\ S = \sqrt{3} \times V \times I \\ = 1,73 \times 380\text{V} \\ \times 25\text{Amp} \\ = 16.435 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan lapangan penumpukan} \\ S = \sqrt{3} \times V \times I \\ = 1,73 \times 380\text{V} \\ \times 32\text{Amp} \\ = 21.036 \text{ VA} \end{aligned}$$

Total kebutuhan daya listrik IKD 1 dan IKD 2 adalah 60.906 VA

4.2 Analisis Sistem Kerja kubikel NSM 20 kV

Komponen utama dari panel kubikel *SM-6 NSM* ialah *easergy T200 automatic transfert system* sebagi pengontrol, penggerak dan pemberi perintah, yang mana *T200* mendapatkan supply tenaga utama 220 Volt dengan daya sekitar 10 Amp ($P = V \times I = 220 \text{ Volt} \times 10 \text{ Ampere} = 2200 \text{ VA}$) dan untuk

Adapun data penelitian daya listrik ikd 3 yang di butuhkan berdasarkan survey di lapangan adalah sebagai berikut:

Gedung kantor *pilot station*

$$\begin{aligned} S = \sqrt{3} \times V \times I \\ = 1,73 \times 380\text{V} \\ \times 250\text{Amp} \\ = 164.350 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Container office PT.Seirama Laju} \\ P = V \times I = 220\text{Volt} \times 10\text{Amp} \\ = 2200 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pos security 3} \\ P = V \times I = 220\text{Volt} \times 6\text{Amp} \\ = 1300 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan dermaga 3} \\ S = \sqrt{3} \times V \times I \\ = 1,73 \times 380\text{V} \\ \times 25\text{Amp} \\ = 16.435 \text{ VA} \end{aligned}$$

Total kebutuhan daya listrik IKD 3 adalah 184.285 VA

Adapun total kebutuhan daya IKD 1, IKD 2, IKD 3 adalah 60.906 VA + 184.285VA = 245.191 VA

Dalam perhitungan dan analisa diasumsikan factor daya sebesar 0,8 lagging, pemakaian factor daya ini di maksudkan untuk memperkirakan kebutuhan daya semu, maka total kebutuhan daya pada dermaga industri kimia dasar 1, industri kimia dasar 2 dan industri kimia dasar 3 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Beban terpasang} &= \frac{245.191}{0.8} \\ &= 306,488 \text{ kVA} \end{aligned}$$

mengcontrol sistem *circuit Easergy T200 ATS* mensupply tegangan 12 Vdc yang di dapat dari baterai yang terletak di ruangan *low volteg* dan baterai sudah di lengkapi dengan *recharger* yang berada di dalam *easergy T200 ATS*.

Ketika penyulang 1 dan penyulang 2 sudah mendapatkan input tegangan 20 kV dari sumber utamanya dan *VPIS/voltage presence*

indikator system akan menyala maka *VD23 voltage detection relay* akan mendeteksi adanya tegangan yang masuk melalui *VPIS/voltage presence indikator system*, *VD23* mengukur tegangan awal yang masuk pada penyulang dan menetapkan nilai tersebut sebagai referensi 100% dan *VD23* bekerja berdasarkan presentase tegangan, *VD23 volteg detection relay* di dalamnya mempunyai dua buah relay yaitu relay 1 (R1) ialah *volteg present/kehadiran* tegangan dan relay 2 (R2) ialah *volteg absent/tidak ada* tegangan, setiap penyulang masing-masing mempunyai *VD23 volteg detection relay*, ketika penyulang 1 mendeteksi keberadaan tegangan maka R1 *Vd23* mengirim sinyal ke *module T200 ATS* dan mengirim perintah untuk meng *open* dan meng *interlock LBS load break switch* penyulang 2, dan selanjutnya *T200 ATS* akan mengirim perintah ke *LBS/load break switch* penyulang 1 untuk meng*close*.

Dan ketika tegangan penyulang 1 hilang maka R2 *VD23* mengirim sinyal ke *module T200 ATS* dan mengirim perintah untuk meng *open* dan meng *interlock LBS/load break switch*

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan survey yang telah di lakukan maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian data yang telah di lakukan bahwa total daya yang terpakai sebelum adanya perluasan dermaga sebesar 60,906 kVA dengan trafo daya terpasang sebesar 200 kVA, kemudian setelah adanya

penyulang 1, dan selanjutnya *T200 ATS* akan mengirimkan perintah ke *LBS/load break switch* penyulang 2 untuk meng *close*.

Presence ialah kehadiran tegangan pada panel kubikel ketika tegangan hadir maka *VD23* akan mengirim sinyal bahwa tegangan sudah hadir dan mengukur tegangan awal yang masuk pada penyulang dan menetapkan nilai tersebut sebagai referensi 100%, hasil survey di lapangan melihat dari *power meter* bahwa tegangan yang hadir sekitar 20,665 kV maka *VD23* akan bekerja ketika tegangan hadir mencapai 90 % yaitu :

$$\frac{20665}{100 \%} \times 90\% = 18,598 \text{ kV}$$

dan *relay* akan aktif pada waktu yang telah di *setting* yaitu 0.1 detik.

Absence ialah kehilangan tegangan pada panel kubikel ketika tegangan hilang maka *VD23* akan mengirim sinyal bahwa tegangan hilang dan ketika tegangan hilang mencapai 10 % yaitu:

$$\frac{20665}{100 \%} \times 10\% = 2,066 \text{ kV}$$

dan *relay* akan bekerja pada waktu yang telah di *setting* yaitu 0,1 detik.

perluasan dermaga IKD 3 total daya terpakai bertambah menjadi 306,488 kVA dengan trafo daya terpasang sebesar 400 kVA.

2. *Automatic transfert system* bekerja berdasarkan tegangan dan waktu yang telah di tentukan berdasarkan *standard* dari *Schneider* yaitu apabila *presentase* tegangan hadir mencapai 90% atau sama dengan 18,598 kV pada waktu 0,1 detik maka penyulang 1 akan bekerja dan

ketika presentase tegangan penyulang 1 hilang mencapai 10% atau sama dengan 2,066 kV pada waktu 0,1 detik maka penyulang 2 akan bekerja.

5.2 Saran

Panel kubikel *Schneider* tipe *SM-6 NSM* hanya di fungsikan sebagai *Auto change* antara penyulang 1 dan penyulang 2 dengan tegangan kerja 20 kV dan di dalamnya tidak terdapat proteksi gangguan pada jaringan distribusi maupun trafo distribusi, maka dari ini penulis berharap ke depannya ada penelitian terkait jenis panel yang berbeda tipe dan bisa memproteksi berbagai jenis gangguan pada jaringan distribusi atau pun trafo distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ramadhani, "Sistem Kelistrikan Rsud Ulin Yang Handal Menggunakan Distribusi Jaringan Listrik Tegangan Menengah 20 Kv Terintegrasi," *Bul. Profesi Ins.*, vol. 1, no. 2, pp. 19–22, 2018, doi: 10.20527/bpi.v1i2.11.
- [2] T. D. C. Belo, D. Notosudjono, and D. Suhendi, "Analisa Kebutuhan Daya Listrik di Gedung Perkuliahan 10 Lantai Universitas Pakuan Bogor," pp. 1–10, 2016.
- [3] P. Ilmiah, "STUDI KEANDALAN PENGGUNAAN CUBICLE 20 kV" 2016.
- [4] Sujito, "Koordinasi Proteksi Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Software EDSA 2005," *Tekno*, vol. 19, no. 1693–8739, pp. 27–36, 2013.
- [5] J. Oliver, "Hilos Tensados," vol. 1, no. 1, pp. 1–476, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [6] S. Hasanuddin, "Program studi teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah makassar 2019.
- [7] BAB II and T. Pustaka, "Suhadi dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1, 2008.
- [8] P. P. Jayawardana, "Sistem Distribusi," pp. 1–8, 2011.
- [9] A. Goleman, Daniel; Boyatzis, Richard; McKee, "Himpunan Buku Pedoman Pemeliharaan Peralatan Primer Gardu Induk," Jakarta, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [10] C. N. S. M. Nsm, "Cellule NSM NSM cubicle Notice utilisation," 2018.
- [11] D. Inverse and P. Voltage, "VD23 VD23."
- [12] G. Schneider, "Instructions for use
- [13] Belly, Alto Dadan, C Agusman, and B. Lukman "Daya aktif, reaktif & nyata" Fak. Tek. Univ. Indonesia 2010
- [14] Ahmad Wahid, "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura," *J. Tek. Elektro UNTAN*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2014.
- [15] K. P. Lombok, "Analisis kebutuhan fasilitas sisi laut pelabuhan terminal khusus

pltgu lombok,” no. 61, pp.
197–206, 2018.
[16] A. A. FISU, “Analisis
Perencanaan Pengembangan

Fasilitas Terminal Khusus
PLTU Nagan Raya Aceh,”
no. 61, 2020, doi:
[10.31227/osf.io/zcxng](https://doi.org/10.31227/osf.io/zcxng).

RIWAYAT HIDUP



Nama : M FIRMANSYAH
NPM : 1507220104
TTL : Medan, 29 Januari 1994
Alamat : JL.Kawat 6 Kel.Tanjung Mulia Hilir Kec.Medan Deli
Email : Mfirmansyahteknik@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD Budi Mulia : Tahun 2000-2006
SMP Budi Mulia : Tahun 2006-2009
SMKN5 Medan : Tahun 2009-2012
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Fakultas Teknik Elektro : Tahun 2015-2020