

PENGGUNAAN TELEPROTEKSI DIGITAL UNTUK MENDUKUNG KEHANDALAN SISTEM PROTEKSI DEFENSE SCHEME

Adrianto Fariris¹, Ir. Sumpena. MM²,
^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

Abstrak

Tingkat kompleksitas jaringan listrik dapat dilihat dari frekuensi bekerja suatu skema pertahanan atau defense scheme terutama OLS (Overload Shedding). Relay OLS banyak terpasang di GITET maupun di penghantar yang kapasitas bebannya mencapai 80% dari nominal kekuatan penghantarnya. Di sector wilayah, teleproteksi defense scheme sangat berperan penting sebagai media pengirim sinyal pelepasan beban antar Gardu Induk yang menjadi target untuk mengurangi beban pada suatu subsistem atau penghantar agar tidak terjadi gangguan pemadaman yang meluas (Black Out). Sebagian besar teleproteksi masih menggunakan media komunikasi PLC dengan type link komunikasi analog. Teleproteksi analog ini sangat kurang kinerjanya di banding dengan teleproteksi digital yang sudah menggunakan media komunikasi melalui jaringan fiber optic atau multiplexer dengan type link komunikasi digital. Seiring dengan kurangnya kinerja teleproteksi analog dikarenakan kondisi teleproteksi analog yang sudah obsolete dan belum adanya fitur-fitur pendukung. Maka perlu dilakukan sebuah analisa dan pengujian pada teleproteksi analog agar dapat menghasilkan dasar kajian untuk dilakukan penggantian teleproteksi analog ke teleproteksi digital. Dengan adanya teleproteksi digital ini skema proteksi OLS dapat bekerja dengan akurasi pengiriman sinyal yang lebih baik, serta dapat dilakukan monitoring real time kesiapan teleproteksi digital dan dapat dilakukan pengumpulan data analisa melalui event teleproteksi saat skema defense scheme OLS bekerja.

Kata Kunci : *OLS, Defence Schame Teleprotection, Teleproteksi Analog, Teleproteksi Digital, PLC*

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik merupakan sekumpulan pembangkit listrik dan gardu induk serta pusat beban yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Masing-masing komponen tersebut mempunyai fungsi yang saling berkaitan untuk menghasilkan energi listrik yang disalurkan ke konsumen dengan kualitas yang baik. Suatu system tenaga listrik dikatakan baik apabila memenuhi beberapa persyaratan yaitu system harus mampu memberi pasokan listrik secara terus

menerus dengan kualitas tegangan dan frekuensi yang sesuai dengan aturan yang berlaku. Untuk system jaringan listrik yang sangat komplek dimana pembangkit yang saling terkoneksi satu sama lain, maka daya elektris besaran seperti tegangan dan frekuensi harus diperhatikan agar tidak ada pembangkit atau trafo yang kelebihan beban. Apabila terjadi gangguan kehilangan beban atau pembangkit secara tiba-tiba pada suatu system tenaga listrik diperlukan suatu skema pertahanan atau *defense scheme*.

Tingkat kompleksitas jaringan listrik dapat dilihat dari frekuensi bekerja suatu

skema pertahanan atau defense scheme terutama OLS (*Overload Shedding*). Relay OLS banyak terpasang di GITET maupun di penghantar yang kapasitas bebannya mencapai 80% dari nominal kekuatan penghantarnya, dalam arti jika penghantar antar gardu induk ada yang terganggu atau tidak bisa menyalurkan tenaga listrik maka yang lain akan kelebihan beban. Di wilayah unit Pusat Pengatur Beban DKI Jakarta dan Banten teleproteksi defense scheme sangat berperan penting sebagai media pengirim sinyal pelepasan beban antar Gardu Induk yang menjadi target untuk mengurangi beban pada suatu subsistem atau penghantar agar tidak terjadi gangguan pemadaman yang meluas (*Black Out*).

Sebagian besar teleproteksi di wilayah UP2B Jakarta dan Banten masih menggunakan media komunikasi *Power Line Carrier* (PLC) dengan type link komunikasi analog. Teleproteksi analog ini sangat kurang kinerjanya di banding dengan teleproteksi digital yang sudah menggunakan media komunikasi melalui jaringan fiber optic atau multiplexer. Dengan media komunikasi menggunakan PLC banyak kelemahan yang ditimbulkan oleh teleproteksi terutama adanya loss sinyal yang terjadi pada saluran transmisi yang jarak antar gardu induk nya terlalu jauh karena semakin jauh jarak transmisi maka akan semakin tinggi juga losses yang dihasilkan oleh saluran tersebut. Banyak hal yang dapat diketahui dalam teleproteksi digital antara lain, waktu pengiriman sinyal pelepasan beban, event kinerja teleproteksi yang dapat di ambil saat teleproteksi itu sudah bekerja serta dapat dimonitoring kesiapannya secara real time. Dari beberapa fitur tersebut teleproteksi

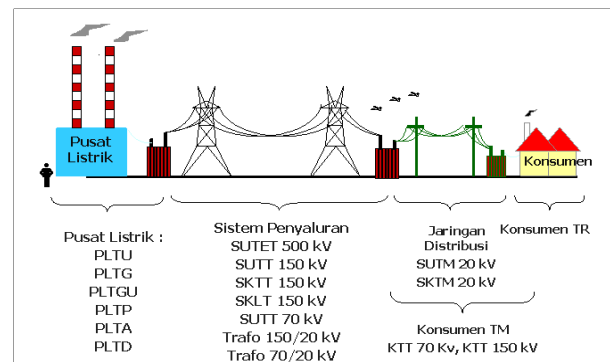
analog yang melalui media komunikasi *Power Line Carrier* (PLC) sudah mulai di gantikan perannya oleh teleproteksi digital yang menggunakan media multiplexer atau fiber optic dengan tipe link komunikasi digital.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Secara umum, pengertian Sistem Tenaga Listrik adalah sekumpulan Pusat Listrik dan Gardu Induk (Pusat Beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh sistem penyaluran (transmisi dan distribusi) sehingga merupakan satu kesatuan sistem. Maka pada umumnya batasan terhadap suatu sistem tenaga listrik yang lengkap mengandung 3 unsur antara lain:

1. Sistem Pembangkitan.
2. Sistem Penyaluran.
3. Instalasi Pengguna Tenaga Listrik (Distribusi).



Gambar 1. Skema Prinsip Penyediaan Tenaga Listrik

2.2 Proteksi Defence Scheme

Defense scheme adalah suatu skema proteksi yang digunakan untuk memproteksi sistem saat terjadi kondisi abnormal pada operasi sistem. Dalam rangka penyelamatan operasi sistem, harus

memperhatikan kondisi pasokan (pembangkitan) dan kondisi pembebanan. Apabila terjadi ketidakseimbangan antara pasokan dan pembebanan, maka akan menimbulkan kondisi yang disebut abnormal operasi sistem.

Kondisi abnormal operasi sistem yang dimaksud adalah sebagai berikut :

- a) Apabila satu atau beberapa pembangkit yang pelepasan beban akan menyebabkan pasokan ke sistem berkurang secara tiba-tiba, maka dapat menyebabkan frekuensi turun dan atau tegangan turun (pasokan daya lebih kecil dari beban).
- b) Apabila ada beban yang cukup besar keluar dari sistem secara tiba-tiba, maka dapat menyebabkan frekuensi naik dan atau tegangan naik

Tujuan penyelamatan operasi sistem adalah:

- a) Untuk meminimalkan dampak akibat gangguan
- b) Mengatasi kondisi N-1 tidak terpenuhi
- c) Mengantisipasi kenaikan beban

Skema penyelamatan operasi sistem (*Defense Scheme*) yang digunakan :

- a) UFR (*Under Frequency Relay*)
Relay Frekuensi berfungsi membaca besar frekuensi sekaligus memberikan perintah ketika menanggapi terjadinya perubahan frekuensi yang mencapai nilai diluar batas yang telah diatur. Relay frekuensi dibagi menjadi OFR (*Over Frequency Relay*) yang berfungsi sebagai pengaman pada generator dan UFR (*Under Frequency Relay*) yang berfungsi mengamankan jika frekuensi sistem menurun hingga berada diluar batas yang diijinkan atau nilai setting pada relay UFR. Selain untuk

membaca perubahan frekuensi UFR juga berperan sebagai pengatur bagi sistem pelepasan beban sebagai tindak lanjut dari terjadinya penurunan frekuensi. Agar memberikan performma maksimal terhadap sistem, perlu dilakukan beberapa pengaturan terhadap UFR (*Under Frequency Relay*).

- b) OLS (*Overload Shedding*)
Over Load Shedding (OLS) adalah proses pelepasan beban terpilih secara sengaja dari sistem listrik dalam menanggapi kondisi abnormal dalam rangka mempertahankan integritas sisa sistem. Skema OLS dipasang pada pada instalasi yang tidak memenuhi N-1, dengan tujuan mengamankan peralatan dari beban lebih dan Menyelamatkan sebagian beban dari efek pemadaman yang lebih besar. Over Load shedding (OLS) yang bekerja atas dasar arus, diset pada suatu harga setting arus dibawah arus nominalnya (I) dan kemudian akan memberikan perintah pemutus daya (PMT) untuk melaksanakan pelepasan beban feeder. Karena beban lebih merupakan salah satu gangguan yang menyebabkan arus lebih maka setting Overload Shedding (OLS) akan dikoordinasikan dengan setting Overcurrent relay (OCR) pada incoming 20 kV dan OCR penyulang 20 kV. Agar pada saat terjadi pemutusan PMT, tidak terjadi kesalahan waktu pemutusan dan indikasi relai yang kerja.
- c) OGS (*Over Generator Shedding*)
OGS adalah suatu skema pembatasan pembangkit yang mana diterapkan pada suatu rele yang akan menjalankan skema

untuk mengatur/mengamankan arus yang masuk ke peralatan agar tidak melebihi pengaman saluran dengan menepelkan beban-kon pembangkit atau membuka PMT. Pembangkit tenaga listrik pada suatu sistem tenaga seringkali mendapat gangguan yang tidak dapat dihindari, misalnya dengan terjadinya pelepasan beban pada penyulang secara tiba-tiba karena ada beban melebihi kapasitas dibebankan ke sistem atau dapat juga dengan terjadinya gangguan akibat putusnya penghantar akibat gangguan alam. Inputan yang menjadi acuan OGS untuk bekerja adalah arus.

d) *UVLS (Under Voltage Load Shedding)*

Under-Voltage Load Shedding (UVLS) merupakan suatu mekanisme pelepasan beban akibat tegangan sistem yang rendah dibawah batas toleransi -10% dari nilai nominalnya. Sehingga kondisi tersebut dapat mengganggu kestabilan sistem tenaga listrik yang menyebabkan jatuhnya tegangan (*voltage collapse*) dan memungkinkan terjadinya pemadaman total (*blackout*) pada sistem. UVLS merupakan suatu skema proteksi yang bertujuan untuk melepas beban pada transformator distribusi agar tegangan sistem dapat naik ke kondisi normal.

2.3. PLC (*Power Line Carrier*)

Power Line Carrier (PLC) adalah salah satu media komunikasi yang digunakan pada instalasi jaringan listrik. Sistem PLC menggunakan transmisi SUTT/SUTET sebagai sarana menyalurkan informasi suara, data dan teleproteksi antara GI/GITET/pembangkit serta Control Center. Peralatan PLC harus menampilkan unjuk

kerja (*performance*) yang baik terhadap attenuasi, spurious emisi, selectiv, rendah noise, bebas cross talk, fleksibel dll. Kelemahan utama jaringan media komunikasi PLC adalah pada alokasi frekuensi kerjanya yang sangat terbatas antara 32 KHz sampai dengan 600 kHz sehingga jumlah kanal yang dihasilkan dengan band width kanal 300 sampai dengan 3720 Hz (4KHz) juga sangat terbatas. Untuk meniasati hal ini, pada Terminal PLC jenis terbaru bandwidth kanal band harus bisa diset / dirubah / dibagi sesuai kebutuhan lebar frekuensi informasi yang ditumpangkan (*programmable channel*) sehingga pemanfaatannya lebih efisien misalnya :

- Komunikasi suara cukup dengan menggunakan band width kanal 300 - 2000 Hz ditambah signaling 3600 Hz +/- 30 Hz,
- Data ataupun teleproteksi bisa ditambah (*superimpose*) pada VFT band 2200 - 3600 Hz dan masih bisa dibagi - bagi lagi dengan kebutuhan carrier frekuensi data dengan band width tertentu atau teleproteksi dengan jumlah signal komando dan kecepatan (*pengiriman sinyal time*) tertentu.

Karena media yang digunakan untuk peralatan PLC adalah media line power yang rentan terhadap propagasi dan manuver peralatan *switchgear* maka terminal PLC harus dilengkapi dengan rangkaian :

- *Automatic Gain Control* (AGC) dengan range yang lebar
- Rangkaian Equalisasi yang sehalus mungkin.

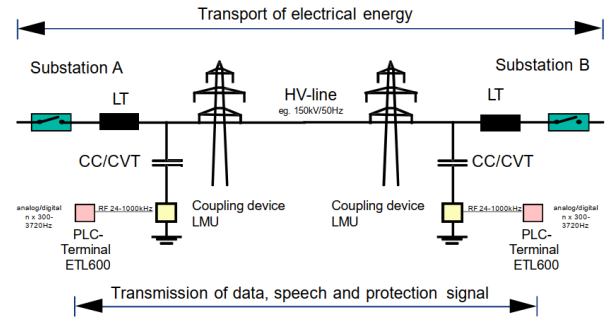
2.4. Teleproteksi

Daya guna sistem pengamanan / teleproteksi dari suatu jaringan transmisi sistem tenaga listrik sangat ditentukan oleh keandalan sistem komunikasi yang dipergunakannya (dalam hal kecepatan dan ketepatan), karena hasil pemrosesan data gangguan dari relai jarak (Distance Relay) diserahkan kepada power line carrier (PLC) untuk dikirimkan kepada penerima PLC lawan, agar membuka sakelar pemutus tenaga (PMT) dengan tempo yang sesingkat-singkatnya, sehingga PMT yang letaknya berdekatan dengan sumber gangguan maupun PMT satunya lagi yang letaknya berjauhan dapat terbuka secara bersamaan.

Tujuan utama dari bekerjanya sistem teleproteksi adalah dalam usaha memperoleh energi listrik yang kontinyu dan membatasi pengaruh gangguan yang terjadi pada jaringan transmisi sistem tenaga listrik. Bekerjanya sistem teleproteksi mungkin hanya sekali saja diperlukan dalam beberapa tahun, namun sistem pengamanan tersebut harus dengan pasti dapat bekerja bila sewaktu-waktu diperlukan. Untuk itu ia tidak boleh gagal dalam menjalankan fungsinya, sebab bila terjadi kegagalan kerja maka dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih parah dari alat-alat yang diamankannya atau mengakibatkan bekerjanya sistem lain, sehingga daerah yang mengalami pemadaman akan terjadi lebih luas lagi.

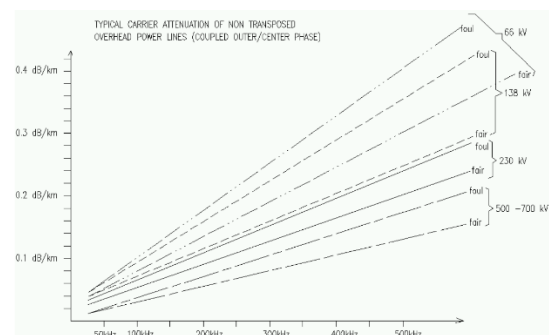
Teleproteksi analog adalah teleproteksi yang digunakan untuk mengirim sinyal proteksi dari satu gardu induk menuju gardu induk lain dengan menggunakan media komunikasi PLC (Power Line Carrier).

Berikut adalah topologi teleproteksi analog yang menggunakan media komunikasi PLC :



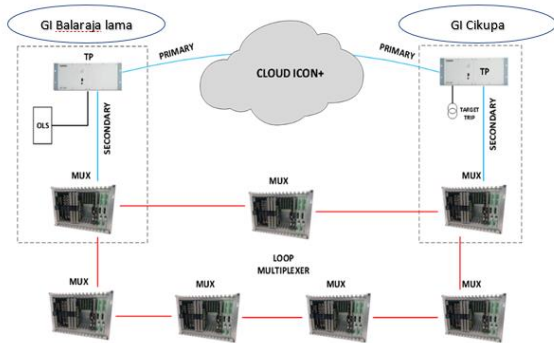
Gambar 2. Topologi komunikasi menggunakan media PLC

Dari gambar diatas dapat dilihat dengan komunikasi yang masih menggunakan high frequency untuk mengirimkan sinyal dari gardu induk asal menuju gardu induk tujuan. Kualitas Transmisi dari link komunikasi PLC ditentukan rasio sinyal terhadap kebisingan (*noise*) yang diukur di penerima (*receiver*). Oleh karena itu parameter karakteristik dari PLC adalah *Line attenuation* (Redaman Sinyal) dan *Noise Level* (gangguan noise karena pelepasan sebagian pancaran sinyal pada permukaan konduktor transmisi (SUTT). Berikut merupakan graphic perbandingan line attenuation pada saluran transmisi udara tegangan tinggi (SUTT).



Gambar 3. Grafik perbandingan line attenuation pada SUTT

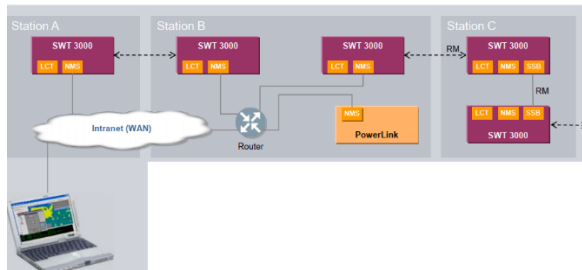
Teleproteksi digital adalah teleproteksi yang digunakan untuk mengirim sinyal proteksi dari gardu induk asal ke gardu induk tujuan menggunakan media komunikasi Multiplexer dan Fiber Optik. Berikut adalah topologi komunikasi teleproteksi menggunakan media komunikasi Multiplexer :



Gambar 4. topologi teleproteksi digital dengan media komunikasi multiplexer

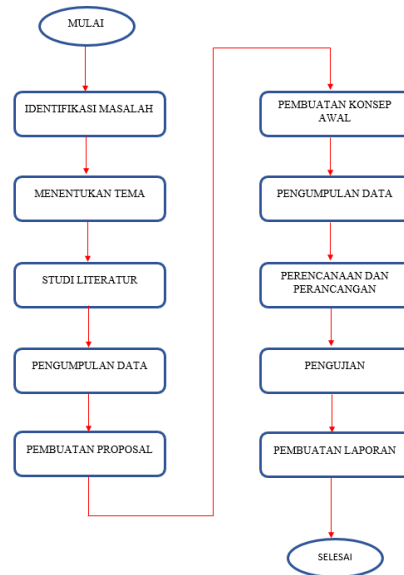
Dari kelebihan diatas sudah dapat dilihat jika teleproteksi digital ini lebih unggul dibanding dengan teleproteksi analog yang bermedia komunikasi PLC. Berikut adalah gambar topologi atau konfigurasi teleproteksi yang masuk dalam *Network Management System* :

NMS integration and Remote Access via IP-Network

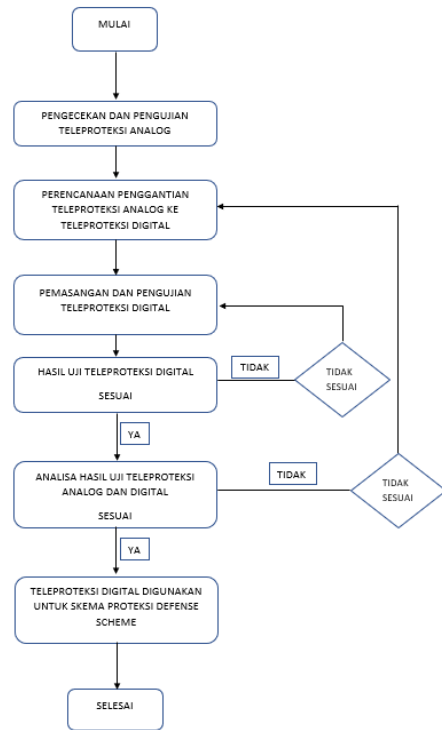


Gambar 5. konfigurasi teleproteksi ke NMS

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian



Gambar 7. Flowchart Konfigurasi Teleproteksi

Konfigurasi dan topologi teleproteksi analog yang bermedia komunikasi PLC dilakukan pengujian teleproteksi yang meliputi pengujian sinyal sending dan sinyal receive beserta pengiriman sinyal time menggunakan alat uji pengiriman sinyal time pada teleproteksi analog.

4. ANALISA TELEPROTEKSI

4.1. Pengujian Teleproteksi Analog

Konfigurasi dan topologi teleproteksi analog yang bermedia komunikasi PLC akan dilakukan pengujian teleproteksi yang meliputi pengujian sinyal sending dan sinyal receive beserta pengiriman sinyal time menggunakan alat uji pengiriman sinyal time pada teleproteksi analog.

Tabel 1. Hasil pengujian waktu pengiriman sinyal TP analog

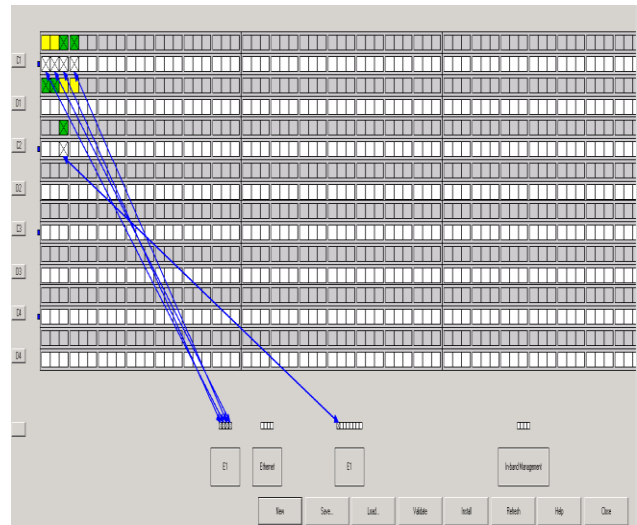
PENGUJIAN TRANSFER TRIP PER COMMAND	TELEPROTEKSI ANALOG			
	PENGUJIAN KE 1	PENGUJIAN KE 2	PENGUJIAN KE 3	PENGUJIAN KE 4
COMMAND 1	13	13	13	13
COMMAND 2	13,5	13,5	13	13
COMMAND 3	13	13	13	13
COMMAND 4	13	13	13	13

Dari tabel diatas dapat diketahui untuk durasi pengiriman antar teleproteksi analog yaitu mulai dari sending sinyal dari GI asal menuju sinyal receive di GI tujuan rata-rata durasi mencapai 16 ms.

4.2. Routing Link Komunikasi melalui Multiplexer

Untuk melakukan routing link Komunikasi pada multiplexer perlu dilakukan konfigurasi pada multiplexer untuk membuat jalur baru yang akan digunakan untuk teleproteksi digital yang

sudah terpasang sebelum nya. Routing link dilakukan dengan menyamakan tributary pada multiplexer di gardu induk asal dan gardu induk tujuan, Link komunikasi yang akan di routing adalah link komunikasi dengan kapasitas 2Mbps. berikut ini adalah gambar konfigurasi tributary pada multiplexer di gardu induk yang akan digunakan untuk link komunikasi teleproteksi digital :



Gambar 8. Konfigurasi tributary untuk link Komunikasi teleproteksi digital

4.3. Pengujian Poin To poin

Pengujian poin to poin adalah melakukan pengujian dengan mengirim sinyal command sending dari Gardu Induk asal dan diterima pada sinyal command receive di Gardu Induk Tujuan begitu juga sebaliknya mengirim sinyal command sending dari Gardu Induk tujuan dan diterima pada sinyal command receive di Gardu Induk asal. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan kinerja atau fungsi command teleproteksi bekerja dengan baik dan sesuai, serta untuk menguji waktu pengiriman sinyal time yang di lakukan oleh teleproteksi digital.

Berikut tabel hasil pengujian pengiriman sinyal time untuk command teleproteksi digital :

Tabel 2. pengujian waktub pengiriman sinyal *command* teleproteksi digital

PENGUJIAN TRANSFER TRIP PER COMMAND	TELEPROTEKSI DIGITAL			
	PENGUJIAN KE 1	PENGUJIAN KE 2	PENGUJIAN KE 3	PENGUJIAN KE 4
COMMAND 1	6.5	6	6	6
COMMAND 2	6	7	6	6
COMMAND 3	7	6	6	6
COMMAND 4	6	6	6	6
COMMAND 5	6	6	6	6
COMMAND 6	6.5	7	6	6
COMMAND 7	6	7	7	6
COMMAND 8	7	6	6	6

Dari Tabel dan event diatas dapat diketahui bahwa command teleproteksi sudah sesuai dan bekerja dengan baik. Beserta dengan hasil uji pengiriman sinyal pelepasan beban sinyal command teleproteksi yang tercantum pada tabel dan gambar event. Dari data di atas teleproteksi digital sudah siap di gunakan dan muatan skema proteksi defense scheme sudah siap dipindah dari teleproteksi analog ke teleproteksi digital.

4.4. Analisa Hasil Uji Teleproteksi Analog dan Teleproteksi Digital

Analisa lanjutan untuk pengujian pengiriman sinyal time pada masing-masing teleproteksi untuk mengetahui berapa durasi pengiriman antar teleproteksi dari Gardu Induk asal menuju gardu induk tujuan. Berikut adalah tabel perbandingan untuk hasil uji pengiriman sinyal pelepasan beban dari masing-masing teleproteksi.

Tabel 3. Perbandingan Durasi Pengiriman sinyal Pelepasan beban Teleproteksi

PENGUJIAN TRANSFER TRIP PER COMMAND	TELEPROTEKSI ANALOG (ms)	TELEPROTEKSI DIGITAL (ms)
Command 1	13	6.5
Command 2	13.5	6
Command 3	13	7
Command 4	13	6
Command 5	X	6
Command 6	X	6.5
Command 7	X	6
Command 8	X	7

Tabel 4. Perbandingan Kehandalan Teleproteksi

	TELEPROTEKSI	
	ANALOG	DIGITAL
SELEKTIVITAS	FREKUENSI SINYAL SINGLE TONE	FREKUENSI SINYAL DUAL TONE
DURABILITAS	SINGLE POWER SUPPLY	DUAL POWER SUPPLY
SECURITY	TIDAK ADA SOFTWARE	ADA SOFTWARE DENGAN USER DAN PASSWORD
DELAY TIME	PENGIRIMAN SINYAL KURANG CEPAT	PENGIRIMAN SINYAL LEBIH CEPAT

Fitur-fitur dan hasil uji yang ditunjukkan dalam tabel perbandingan diatas dapat digunakan sebagai referensi atau salah satu alasan kenapa teleproteksi analog yang sudah dapat dikategorikan obsolete dapat digantikan perannya dengan teleproteksi digital. Sehingga kesiapan kerja pada peralatan pendukung skema Defense Scheme dapat selalu dipantau kesiapan nya dan ketika terjadi gangguan pada subsistem tenaga listrik tidak menyebabkan gangguan meluas dikarenakan skema defense scheme dapat bekerja dengan baik dan benar.

4.5. Teleproteksi Digital untuk Skema Proteksi Defense Scheme

Dari tahun ke tahun frekuensi bekerjanya defence scheme menunjukkan peningkatan, hal ini harus diimbangi dengan

kesiapan peralatan pendukungnya. Berikut adalah event bekerjanya defence scheme periode 2019 sampai dengan 2020.

Tabel 5. Event Kerja Defense Scheme 2020-2021

TAHUN	BULAN	DEFENSE SCHEME	BEBAN PADAM (MW)	PRESENTASE KEBERHASILAN
2020	JANUARI	NIHIL	-	-
	FEBRUARI	OLS SUTT Lautan Steel-Spinmill 2	113	100%
	MARET	OLS IBT Kembangan	104	100%
	APRIL	NIHIL	-	-
	MEI	NIHIL	-	-
	JUNI	NIHIL	-	-
	JULI	NIHIL	-	-
	AGUSTUS	NIHIL	-	-
	SEPTEMBER	NIHIL	-	-
	OKTOBER	NIHIL	-	-
	NOVEMBER	OLS IBT Cawang 2,3 - Depok 1	101,5	100%
		OLS IBT Bekasi - Cibinong 3	78,7	100%
OLS IBT Cawang 2,3 - Depok 1		97,9	100%	
DESEMBER	NIHIL	-	-	
2021	JANUARI	NIHIL	-	-
	FEBRUARI	NIHIL	-	-
	MARET	NIHIL	-	-
	APRIL	NIHIL	-	-
	MEI	NIHIL	-	-
	JUNI	NIHIL	-	-
	JULI	NIHIL	-	-

Dari Tabel diatas dapat diketahui frekuensi kerja skema proteksi defense scheme yang harus mempunyai keberhasilan mendekati 100%. Dengan adanya teleproteksi digital yang dapat meningkatkan akurasi pengiriman sinyal pelepasan beban serta bisa untuk selalu di monitor kesiapannya secara real time, Skema proteksi defense scheme diharapkan akan meningkat tingkat keberhasilannya mendekati 100% dan mengurangi pemadaman (Blackout) pada subsistem jaringan tenaga listrik.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Dengan adanya teleproteksi digital maka akurasi waktu pengiriman sinyal

pelepasan beban menuju gardu induk tujuan dapat ditingkatkan dari yang awalnya 13 ms menjadi 6 ms sesuai dengan hasil pengujian waktu pengiriman sinyal pelepasan beban command teleproteksi.

2. Dengan adanya port berbasis ethernet pada teleproteksi digital sangat membantu untuk dapat dilakukan download event kerja teleproteksi yang dapat membantu analisa data saat dilakukan evaluasi keberhasilan skema defense scheme OLS dan Teleproteksi digital dapat selalu di monitoring kesiapannya sebagai pengirim sinyal pelepasan beban secara real time melalui NMS teleproteksi.
3. Keandalan link komunikasi yang digunakan teleproteksi digital lebih baik karena pada teleproteksi digital sudah mendukung dilakukan redundant link komunikasi dan memiliki topologi ring pada jalur komunikasi multiplexer yang sangat membantu untuk meningkatkan keberhasilan kerja skema defense scheme OLS

DAFTAR PUSTAKA

1. Avara Technologies. 2016, *User Manual DB4/DB4x SW Version R4.11 (160209.1105)*, Victoria Australia.
2. Avara Technologies. 2016, *User Manual DFS1/4 SDH Blade Release 3.9.5.9*, Victoria Australia.
3. Febriyanti, Difa dan Tejoputranto, *Pedoman Defense Scheme UP2B DKI Jakarta dan Banten Edisi 8*, Jakarta, 18 Desember 2020.
4. Karyana, *Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali Edisi Pertama*, Jakarta, September 2013.

5. Menteri ESDM Republik Indonesia.x, *Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Gride Code) Nomor 20*. Jakarta, 2020.
6. PT PLN (Persero) P3B Jawa Bali, Buku Panduan Pemeliharaan Scada dan Telekomunikasi Bab VI Power Line Carrier edisi Pertama, Jakarta, 2004.
- 1.

