

**Transformer Fault Case Study On Digital Substation System Baturaja
Based on Case Study TD #2 60 MVA 03 March 2021**

Mohamat Abdul Khoir

PT. PLN (Pesero) UIP3B Sumatera, UPT Bengkulu, Suka Merindu, Kec. Sungai Serut, Kota
Bengkulu, Bengkulu 38115, Indonesia

Email: Abdul.khoir2@pln.co.id

ABSTRAK

Informasi input dan output serta pengukuran seperti status, kontrol, pengukuran input analog CT/VT dari peralatan di switchyard tidak lagi dikirim langsung ke relai kontrol dan proteksi (IED) melalui kabel biasa (hardwiring), tetapi dalam bentuk jaringan data. Perangkat yang mengubah atau mengubah informasi input, output, dan pengukuran dari switchgear ke data jaringan disebut Marging Unit (MU). Kabel jaringan yang digunakan adalah fiber optic. Sistem arsitektur DSS dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: Process Bus yang merupakan jaringan untuk data dari gunit margin pada switchyard ke relay dan Station Bus yang merupakan jaringan untuk data dari relay ke perangkat SCADA. Gangguan 3 Maret 2021 yang mengakibatkan REF LV bekerja pasca penggantian system gardu induk konvensional ke Digital Substation System by ABB menimbulkan banyak analisa baik dari pihak ABB atau dari PLN. Analisa – analisa tersebut membuat banyak implementasi perbaikan untuk system yang lebih handal. Salah satu pembahasannya yaitu penambahan logic under voltage supervision pada fungsi REF LV relay RET670 DSS TD #2 60MVA GI Baturaja.

Kata kunci: LV, Transformer, Digital Substation, Fiber Optic, GPS

1. PENDAHULUAN

Sistem arsitektur DSS memiliki beberapa komponen, yaitu:

- Relay/IED (kontrol, proteksi, metering, regulator) tergantung fungsinya, relay atau IED (Intelligent Electronic Device) adalah perangkat elektronik yang menjalankan fungsi pemantauan status dan kontrol, proteksi, pengukuran, atau pengatur suatu elektronik kuantitas.
- Switch Ethernet mengatur lalu lintas (traffic) data pada suatu jaringan.
- Server SCADA mengambil informasi indikasi/status dan pengukuran dari relai.

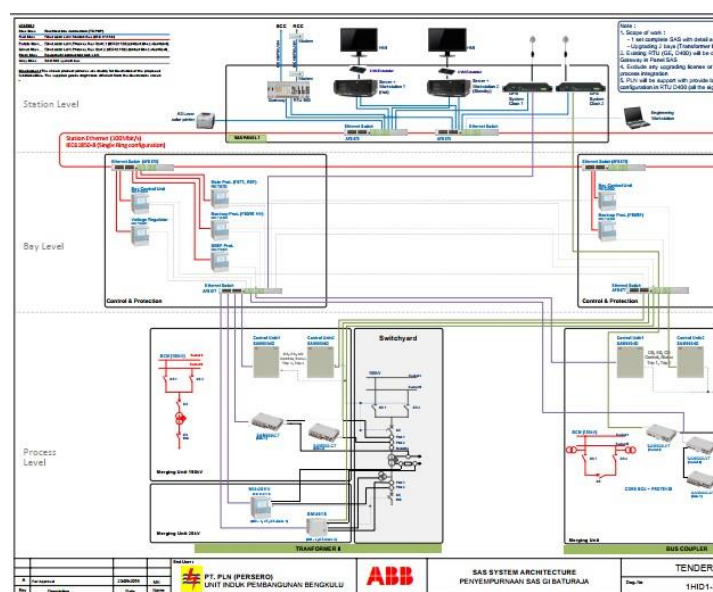
Selain itu juga dapat mengirimkan perintah kendali (control) ke relai yang bersangkutan.

- Workstation/HMI (Human Machine Interface). HMI menampilkan gambar dengan animasi objek dinamis sesuai dengan kondisi Gardu Induk secara real-time, serta fitur untuk memberikan perintah kendali (control) ke relai. HMI mengambil data dari server SCADA dan menampilkannya dalam bentuk visual.
- Gateway, untuk mengubah data dari bentuk protokol IEC-61850 ke bentuk protokol IEC-101/104 untuk komunikasi dengan RCC (Regional Control Center)
- GPS (Sistem Pemosisian Global). Perangkat ini menangkap sinyal satelit GPS untuk mendapatkan informasi waktu dan lokasi yang akurat. Informasi waktu yang diperoleh digunakan sebagai acuan untuk semua relay, merging unit dan SCADA. GPS mendukung dua mekanisme sinkronisasi waktu yang digunakan dalam aplikasi DSS:

1. PTP (protokol Waktu presisi) untuk menyinkronkan peralatan pada proses bus (IED, unit penggabungan, Eth. Switch proses bus)

2. SNTP (Simple Network Time Protocol) untuk sinkronisasi peralatan bus stasiun (server, hmi, gateway)

- Mimic, adalah antarmuka berbasis perangkat keras (dengan sakelar, tombol, dan lampu) untuk memantau dan mengontrol status sakelar.
- Workstation/HMI (Human Machine Interface). HMI menampilkan gambar dengan animasi objek dinamis sesuai dengan kondisi Gardu Induk secara real-time, serta fitur untuk memberikan perintah kendali (control) ke relai. HMI mengambil data dari server SCADA dan menampilkannya dalam bentuk visual.



Gambar 1. Sistem Arsitektur DSS GI Baturaja

REF Berfungsi untuk mengamankan transformator dari gangguan fasa ke tanah di dekat titik netral transformator. Relai ini dipasang di transformator dengan desain vector group YNyn yang ditanahkan. Daerah pengamanan REF ini adalah daerah yang tidak terdeteksi oleh relai diferensial. Sehingga sensitifitas dari relai ini menjadi titik utama dari penyetingannya. Dan besar arus gangguan fasa ke tanah tergantung dari besar nilai tahanan yang dipasang pada pentanahan titik netral. Pertimbangan teknis pada penyetelan REF:

1. Tahanan dalam CT sisi Netral ($R_{ct N}$), CT ($R_{ct \Phi}$) dan tahanan dalam aux CT (R_{act})
2. Tahanan kabel kontrol antara CT fasa dengan relai (RL1) dan CT netral sampai dengan relai (RL2)

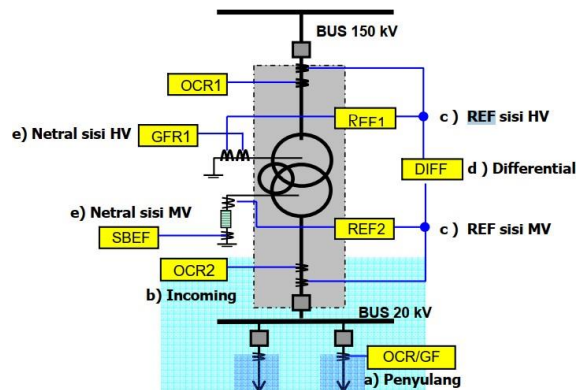
Tegangan jepit pada relai dari sisi CT Netral adalah :

$V_{rN} = (R_{CTN} + 2 \cdot RL2) \times I_{hs} / CT \text{ ratio volt}$ Tegangan jepit pada relai dari sisi CT Netral adalah :

$V_r = (R_{CT\Phi} + 2 \cdot RL1 + R_{ACT}) \times I_{hs} / CT \text{ ratio volt}$

Seting tegangan dipilih nilai yang terbesar $V_s = V_r$

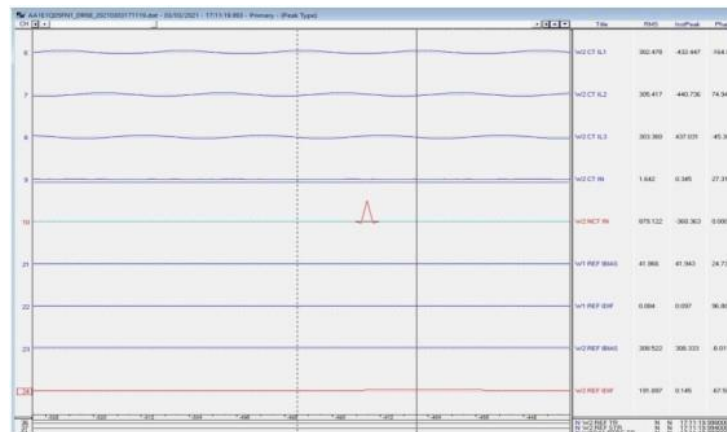
2. Pengaruh tap ACT dapat mengakibatkan selisih arus antara primer dan sekunder trafo.



Gambar 2. Wilayah Kerja Proteksi Trafo dan Penyulang

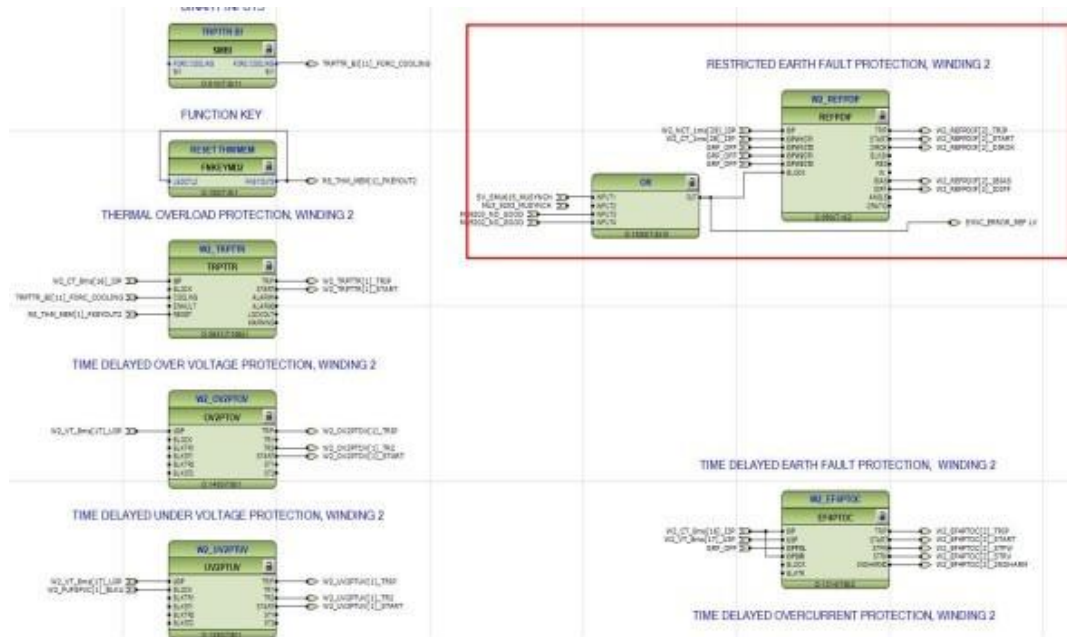
2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Terdapat lonjakan arus tiba tiba (Spike) pada pembacaan CT REF LV (Stream REF-2) di relay Differential TD #2 dengan nominal 879A selama 11ms yang menyebabkan gangguan pada TD #2. Sedangkan untuk setting yang terdapat pada REF LV TD #2 GI Baturaja adalah 200 A secara instant.



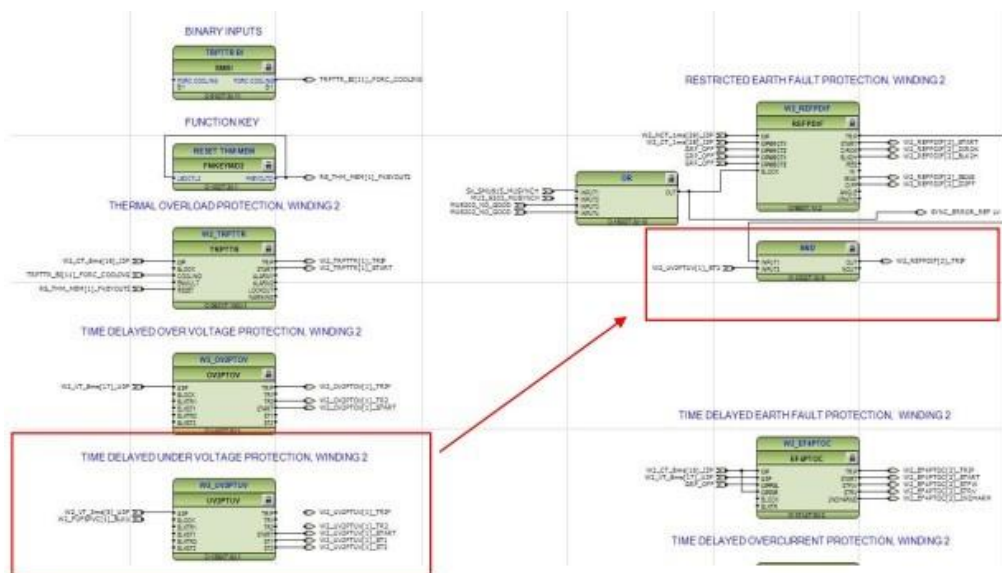
Gambar 3. Record Gangguan

Dengan adanya gangguan ini, maka setting pada REF LV disesuaikan dengan kondisi lapangan, dengan cara mereferensikan tegangan di dalam settingannya. Maka diubahlah menjadi referensi Under Voltage Supervision Detection & Trip Time Setting Operated : 80% Ubase Block Under :10% Ubase Revision Setting from PLN Date : 15-03-2021 Setting Operated : 90 % Ubase Block Under : 3 % Ubase Implementasi perbaikan pertama dilakukan dengan menambahkan function logic under voltage supervision untuk REF LV. Sebelum penambahan, gambar PSL seperti dibawah:



Gambar 4. logic sebelum penambahan function logic under voltage supervision untuk REF LV

Sedangkan setelah penambahan fungsi logic under voltage supervision seperti berikut :



Gambar 5. logic sesudah penambahan function logic under voltage supervision untuk REF LV

Setelah perubahan Logic, dilakukan beberapa kali pengujian pada fungsi REF LV dengan beberapa kali penurunan Ubase. Kondisi normal :

Phase	Injection Normal	Measurement Ph-N	Measurement Ph-Ph	Remark
R	57.7 L 0° V	11.54 L 0° kV	19.99 L 29.98° kV	Not operated U<
S	57.7 L -120° V	11.53 L -120.02° kV	19.98 L -90.01° kV	Not operated U<
T	57.7 L 120° V	11.53 L 119.98° kV	19.99 L 149.99° kV	Not operated U<

Kondisi 90% Ubase sebelum revisi setting

Phase	Injection Normal	Measurement Ph-N	Measurement Ph-Ph	Remark
R	51.95 L 0° V	10.39 L 0° kV	18.00 L 29.98° kV	Not operated U<
S	51.95 L -120° V	10.39 L -120.02° kV	17.99 L -90.01° kV	Not operated U<
T	51.95 L 120° V	10.39 L 119.99° kV	17.99 L 149.99° kV	Not operated U<

Kondisi 90% Ubase setelah revisi setting

Phase	Injection Normal	Measurement Ph-N	Measurement Ph-Ph	Remark
R	51.95 L 0° V	10.39 L 0° kV	18.00 L 29.98° kV	operated U<
S	51.95 L -120° V	10.39 L -120.02° kV	17.99 L -90.01° kV	operated U<
T	51.95 L 120° V	10.39 L 119.99° kV	17.99 L 149.99° kV	operated U<

Kondisi 78% Ubase sebelum revisi setting

Phase	Injection Normal	Measurement Ph-N	Measurement Ph-Ph	Remark
R	45.5 L 0° V	9.2 L 0° kV	15.93 L 29.98° kV	operated U<
S	45.5 L -120° V	9.2 L -120.03° kV	15.93 L -90.01° kV	operated U<
T	45.5 L 120° V	9.2 L 119.98° kV	15.93 L 149.99° kV	operated U<

Kondisi 10,5% Ubase sebelum revisi setting

Phase	Injection Normal	Measurement Ph-N	Measurement Ph-Ph	Remark
R	6.1 L 0° V	1.219 L 0° kV	2.113 L 30.01° kV	operated U<
S	6.1 L -120° V	1.22 L -119.99° kV	2.114 L -90.03° kV	operated U<
T	6.1 L 120° V	1.22 L 120.03° kV	2.112 L 150.00° kV	operated U<

Kondisi 10,4% Ubase sebelum revisi setting

Phase	Injection Normal	Measurement Ph-N	Measurement Ph-Ph	Remark
R	6.05 L 0° V	1.21 L 0° kV	2.09 L 30.00° kV	Not operated U<
S	6.05 L -120° V	1.21 L -120.06° kV	2.09 L -90.02° kV	Not operated U<
T	6.05 L 120° V	1.20 L 119.94° kV	2.09 L 149.97° kV	Not operated U<

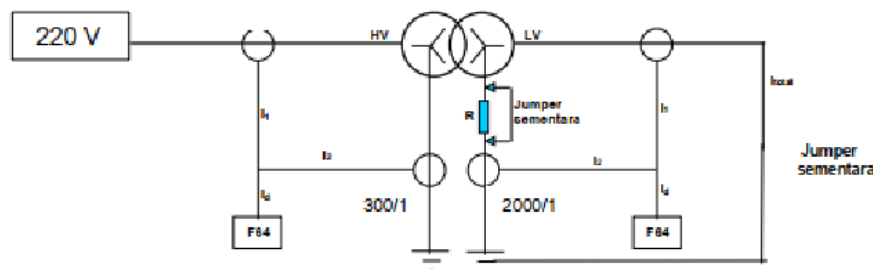
Kondisi 3% Ubase setelah revisi setting

Phase	Injection Normal	Measurement Ph-N	Measurement Ph-Ph	Remark
R	1.73 L 0° V	0.34 L 0° kV	0.6 L 30.00° kV	Not operated U<
S	1.73 L -120° V	0.34 L -120.06° kV	0.6 L -90.02° kV	Not operated U<
T	1.73 L 120° V	0.34 L 119.94° kV	0.6 L 149.97° kV	Not operated U<

Sebelum pengoperasian kembali Trafo Daya #2 60MVA GI Baturaja pasca gangguan, dilakukan stability untuk memastikan bahwa semua fungsi stabil, terutama REF LV. Maka didapatkan hasil stability sebagai berikut :

84	W1_REPDIFF; REPDIF:1	Functional Module(Differential protection)	IRES	Analog Output	IRES	32,448	A
85	W1_REPDIFF; REPDIF:1	Functional Module(Differential protection)	IN	Analog Output	IN	32,401	A
86	W1_REPDIFF; REPDIF:1	Functional Module(Differential protection)	IBIAS	Analog Output	IBIAS	32,401	A
87	W1_REPDIFF; REPDIF:1	Functional Module(Differential protection)	IDIFF	Analog Output	IDIFF	0,099	A
88	W1_REPDIFF; REPDIF:1	Functional Module(Differential protection)	ANGLE	Analog Output	ANGLE	179,844	deg
89	W1_REPDIFF; REPDIF:1	Functional Module(Differential protection)	IZRATIO	Analog Output	IZRATIO	0,002	
90	W2_REPDIFF; REPDIF:2	Functional Module(Differential protection)	IRES	Analog Output	IRES	129,787	A
91	W2_REPDIFF; REPDIF:2	Functional Module(Differential protection)	IN	Analog Output	IN	129,768	A
92	W2_REPDIFF; REPDIF:2	Functional Module(Differential protection)	IBIAS	Analog Output	IBIAS	129,768	A
93	W2_REPDIFF; REPDIF:2	Functional Module(Differential protection)	IDIFF	Analog Output	IDIFF	0,675	A
94	W2_REPDIFF; REPDIF:2	Functional Module(Differential protection)	ANGLE	Analog Output	ANGLE	179,688	deg
95	W2_REPDIFF; REPDIF:2	Functional Module(Differential protection)	IZRATIO	Analog Output	IZRATIO	0,001	

Phase	150 KV SIDE		20 KV SIDE		REF Diff Current (A) / IBias	Remark
	Injection	Measure (A)	Injection	Measure (A)		
R,S,T	33 A	32.40	130.9 A	129.76	0.675 A / 129.76 A	STABLE



Gambar 6. Stability REF LV TD #2 60MVA DSS GI Baturaja

Selanjutnya dilakukan analisa terhadap kestabilan pengiriman data dari MTU (Material Transmisi Utama) yang berkaitan dengan GPS. Karna pada prinsipnya, penyampaian nilai atau pembacaan arus diteruskan ke Relay dengan menggunakan pengiriman data yang di digitalisasi di Marging Unit (MU) menggunakan Fiber Optic. Pada hari rabu tanggal 03 maret 2021 mulai jam 00:00 WIB terjadi synchronize loss di Bay TD #2 60MVA DSS GI Baturaja.

Event Display (No Preconfiguration) - Monitor No. 1 / 1 - ABB (User: ABB) (Role: ABB)									
EVENT DISPLAY -<No Preconfiguration>									
Event set from: 03-03-2021 17:08:16 To: 03-03-2021 08:18:30									
#	Time (UTC+8)	Status	Obj	Device	Object Text	Event Text	Logical Name	Index	Item Name
413	03-03-2021 00:04:44.003	SATURAJA	COUPLER_D		SV VT Bus 1 (to BCU) Not Synchronized (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	237	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
414	03-03-2021 00:04:43.279	SATURAJA	COUPLER_D		SV VT Bus 1 (to BCU) Not Synchronized (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	236	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
415	03-03-2021 00:04:41.990	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV VT Bus 1 (to BCU) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
416	03-03-2021 00:04:41.990	SATURAJA	COUPLER_D		SV VT Bus 1 (to BCU) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	236	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
417	03-03-2021 00:04:40.986	SATURAJA	TRAFOD_DSS	FW1	SV CT 1 (to MPU) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	237	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
418	03-03-2021 00:04:40.986	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV VT Bus 1 (to BCU) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
419	03-03-2021 00:04:40.986	SATURAJA	COUPLER_D		SV VT Bus 1 (to BCU) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	236	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
420	03-03-2021 00:04:34.137	SATURAJA	TRAFOD_DSS	KF2	SV SBAWIS (to AVR) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP2	231	AA1WFLAA1E1Q0BNP2 MON SP16GAPCS
421	03-03-2021 00:04:34.137	SATURAJA	TRAFOD_DSS	KF2	SV SBAWIS (to AVR) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP2	231	AA1WFLAA1E1Q0BNP2 MON SP16GAPCS
422	03-03-2021 00:04:33.091	SATURAJA	COUPLER_D		SV VT Bus 1 (to BCU) Not Synchronized (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
423	03-03-2021 00:04:33.091	SATURAJA	TRAFOD_DSS	FW1	SV CT 1 (to MPU) Not Synchronized (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	236	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
424	03-03-2021 00:04:33.091	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV VT Bus 1 (to BCU) Not Synchronized (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	234	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
425	03-03-2021 00:04:33.012	SATURAJA	COUPLER_D		Synchronize Release	OK	E1Q0BNP1	238	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
426	03-03-2021 00:04:28.259	SATURAJA	TRAFOD_DSS	KF2	SV SBAWIS (to AVR) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP2	231	AA1WFLAA1E1Q0BNP2 MON SP16GAPCS
427	03-03-2021 00:04:28.259	SATURAJA	TRAFOD_DSS	FW1	SV REF01 (to MPU) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	239	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
428	03-03-2021 00:04:28.261	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV CT 3 (to SPU-2) Lost (DSS Data)	Changed from alarming value 1 to val.	E1Q0BNP3	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP3 MON SP16GAPCS
429	03-03-2021 00:04:28.609	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV CT 3 (to SPU-2) Lost (DSS Data)	Changed from value 0 to alarming val.	E1Q0BNP3	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP3 MON SP16GAPCS
430	03-03-2021 00:04:26.597	SATURAJA	TRAFOD_DSS	KF2	SV SBAWIS (to AVR) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP2	231	AA1WFLAA1E1Q0BNP2 MON SP16GAPCS
431	03-03-2021 00:04:26.591	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV CT 3 (to SPU-2) Lost (DSS Data)	Changed from alarming value 1 to val.	E1Q0BNP3	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP3 MON SP16GAPCS
432	03-03-2021 00:04:26.116	SATURAJA	TRAFOD_DSS	KF2	SV SBAWIS (to AVR) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP2	231	AA1WFLAA1E1Q0BNP2 MON SP16GAPCS
433	03-03-2021 00:04:24.596	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV CT 3 (to SPU-2) Lost (DSS Data)	Changed from value 0 to alarming val.	E1Q0BNP3	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP3 MON SP16GAPCS
434	03-03-2021 00:04:24.111	SATURAJA	TRAFOD_DSS		SV CT 3 (to SPU-2) Not Synchronized (DSS Data)	Changed from value 0 to alarming val.	E1Q0BNP3	235	AA1WFLAA1E1Q0BNP3 MON SP16GAPCS
435	03-03-2021 00:04:24.127	SATURAJA	TRAFOD_DSS	FW1	SV REF01 (to MPU) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	239	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
436	03-03-2021 00:04:24.130	SATURAJA	TRAFOD_DSS	FW1	SV REF01 (to MPU) Not Synchronized (DSS Data)	OK	E1Q0BNP1	238	AA1WFLAA1E1Q0BNP1 MON SP16GAPCS
437	03-03-2021 00:04:24.127	SATURAJA	TRAFOD_DSS	KF2	SV SBAWIS (to AVR) Lost (DSS Data)	OK	E1Q0BNP2	231	AA1WFLAA1E1Q0BNP2 MON SP16GAPCS
438	03-03-2021 00:04:24.136	SATURAJA	TRAFOD_DSS	KF2	SV SBAWIS (to AVR) Not Synchronized (DSS Data)	OK	E1Q0BNP2	238	AA1WFLAA1E1Q0BNP2 MON SP16GAPCS

Gambar 7. tampilan HMI DSS GI Baturaja dengan keterangan synchronize loss di Bay TD #2 60MVA

Hingga siang status GPS masih tidak synchro hingga kejadian trip TD #2 60MVA DSS GI Baturaja pada pukul 17:11:19.9997. Dengan kondisi waktu relay tidak syncro dan tidak valid penunjukan waktunya. Pada saat kejadian untuk fungsi Differential dan REF HV dalam kondisi Block, sesuai dengan pengaturan Auto Block. Namun REF LV tidak Block dan terjadilah gangguan yang berindikasi REF LV. Setelah kejadian dilakukan pengujian terkait synchro dan unsynchro GPS, dengan melakukan beberapa kali percobaan:

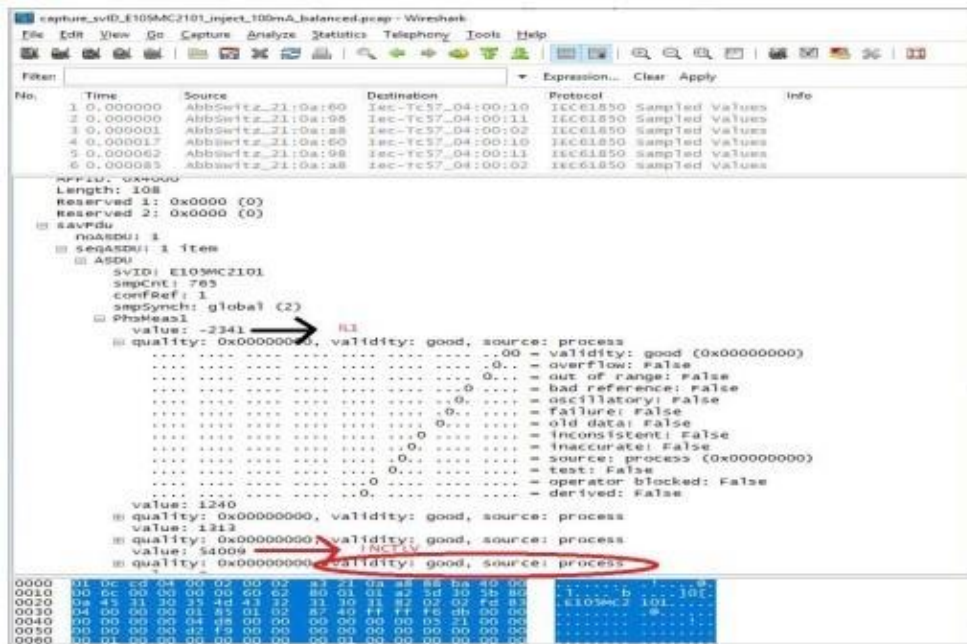
- Konfigurasi awal, salah satu MU Unsynchro (1)
- Penambahan Logic Block, salah satu MU Unsynchro (2)
- Penambahan Logic Block, MU Synchro (3)
- Pengujian GPS 1 lepas, transisi ke GPS 2 (4)
- Pengujian GPS 2 lepas, transisi ke GPS 1 (5)
- Pengujian GPS Unsynchro, switch ke BCU (6)

CT PENGUKURAN	Lokasi MU	DIFF W1-W2	DIFF REF-HV	DIFF REF-LV	KONDISI					
					1	2	3	4	5	6
MU-9201 (CT-1)	MK	√	√	-	X	√	√	√	√	√
MU-9202 (CT MV)	SAS-20KV	√	-	√	√	√	√	√	√	√
MU-9203 (CT-2)	MK	-	-	√	√	X	√	√	√	√
GPS 1 PROBLEM (BC)	-	-	-	-	√	√	√	X	√	X
GPS 2 PROBLEM (TRF)	-	-	-	-	X	X	√	√	X	X
Hasil Playback Comtrade	-	-	-	-	Block	Block	REF MV	REF MV	REF MV	REF MV
KONDISI BAY SAAT TERKAIT GPS	-	-	-	-	GPS1	GPS1	GPS2	GPS2	GPS1	BCU

Note : √ = Ok , X = Error

Dari rekonstruksi test yang telah dilakukan menggunakan playback comtrade maka diketahui penyebab trip REF-LV pada relay RET670 adalah signal spike yang diterima oleh relay dari peralatan **SAM600-CT-2**. Hal ini menyebabkan adanya differential current pada proteksi REF-LV. Sehingga ada pergeseran phase yang menyebabkan unstable. Saat kejadian CT pengukuran REFLV juga tidak synchro dengan waktu GPS dan kondisinya tidak berfungsi secara Auto Block. Hal ini bisa terjadi karena jalur SAM CT 2 REF-LV melewati jalur GPS 2 Bus Coupler. Signal Spike yang diterima oleh Relay RET670, bisa di mungkinkan :

- **Faktor External** dari SAM600 CT ada fault di rangkaian netral trafo, NCT LV, rangkaian sekunder netral LV. Setelah dilakukan pengecekan secara visual, pengujian individu peralatan dan hasil rekaman relay tidak ditemukan adanya anomaly/sumber penyebab gangguan.
- **Faktor Internal** SAM600 CT berupa hardware dan software. Data data peralatan SAM600 CT (Serial Number, Hasil Disturbance Recorder gangguan tanggal 03 Maret di RET670, Log Dignostic Stream Output dari SAM600 CT) dikirimkan ke pihak pabrikan. Dari data data yang yang dikirimkan tersebut pihak pabrikan belum dapat memastikan sumber dari signal spike tersebut. Setelah dilakukan pengujian ulang injeksi terhadap sam600 CT2 didapatkan hasil **tidak error** dalam proses pengiriman stream data.



Gambar 8. Proses pengiriman stream data

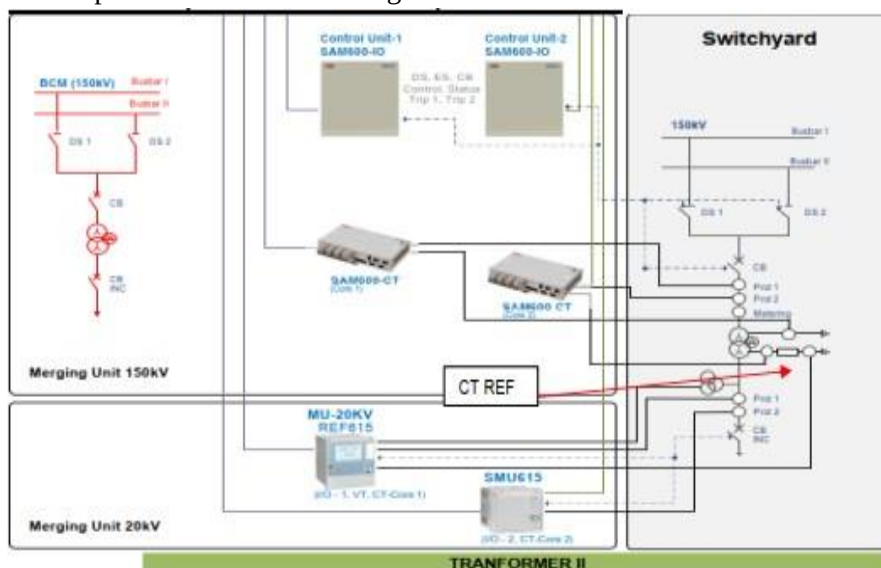
Selain dari itu juga dilakukan pengecekan pada relay SBEF yang menerima arus dari CT yang berdekatan dengan CT- REF LV dan tidak terdapat rekaman pada tanggal 03 Maret 2021 saat kejadian trip tersebut. Adapun pada hari sebelum terjadinya gangguan pada tanggal 02 Maret 2021 ada indikasi rekaman SBEF Start. Dengan nilai arus ± 234 A.

Implementasi yang lainnya yaitu perbaikan rangkaian di CT dan Konfigurasi GPS, sebagai berikut:

1. Perbaikan rangkaian CT

Melakukan pemindahan CT pengukuran dari sebelumnya pada SAM CT-2 ke SMU615. Hasil dari pemindahan tersebut sudah dilakukan stability priber untuk memastikan kondisi wiring baru telah stabil. Kondisi sebelum pemindahan

CT-REF LV pada SAM600-CT2 sebagai berikut:



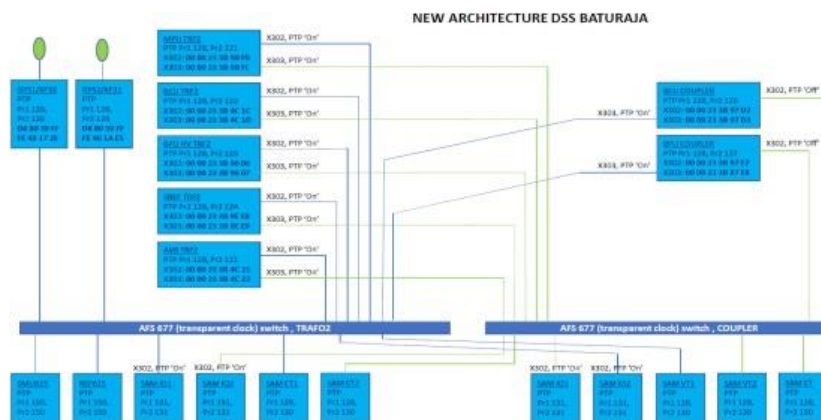
The diagram illustrates the electrical and control architecture of a 150kV/20kV transformer with a switchyard. It is divided into three main sections: the 150kV side, the 20kV side, and the control/monitoring units.

- 150kV Side:** Features a circuit breaker (DS 1, DS 2) connected to a 150kV busbar. The circuit breaker is controlled by two control units: Control Unit-1 (SAM600-IO) and Control Unit-2 (SAM600-IO). These units are connected to a merging unit (SAM600-CT) which provides CT (Core 1) and PT (Core 2) signals.
- 20kV Side:** Features a circuit breaker (DS 1, DS 2) connected to a 20kV busbar. The circuit breaker is controlled by two control units: Control Unit-1 (SAM600-IO) and Control Unit-2 (SAM600-IO). These units are connected to a merging unit (MU-20KV REF615) which provides CT (Core 1) and PT (Core 2) signals.
- Control and Monitoring:** The control units are connected to a central control system (SMU615) which provides control signals (DS, ES, CB Control, Status Trip-1, Trip 2) to the circuit breakers. The merging units provide CT and PT signals to the control system.
- Transformer:** A transformer (MU-20KV REF615) is connected between the 150kV and 20kV sides, providing CT (Core 1) and PT (Core 2) signals to the control system.

-

- ### OLD PROCESS LEVEL ARCHITECTURE DSS BATURAJA
-
- The diagram illustrates the old process level architecture for DSS Baturaja. It features a central core with two switches: APS 677 (transparent clock) switch, TRAF02, and APS 677 (transparent clock) switch, COUNTEB. The core is connected to various servers and storage units. Servers include DBMS1, DBMS2, DBMS3, DBMS4, DBMS5, DBMS6, DBMS7, DBMS8, DBMS9, DBMS10, DBMS11, DBMS12, DBMS13, DBMS14, DBMS15, DBMS16, DBMS17, DBMS18, DBMS19, DBMS20, DBMS21, DBMS22, DBMS23, DBMS24, DBMS25, DBMS26, DBMS27, DBMS28, DBMS29, DBMS30, DBMS31, DBMS32, DBMS33, DBMS34, DBMS35, DBMS36, DBMS37, DBMS38, DBMS39, DBMS40, DBMS41, DBMS42, DBMS43, DBMS44, DBMS45, DBMS46, DBMS47, DBMS48, DBMS49, DBMS50, DBMS51, DBMS52, DBMS53, DBMS54, DBMS55, DBMS56, DBMS57, DBMS58, DBMS59, DBMS60, DBMS61, DBMS62, DBMS63, DBMS64, DBMS65, DBMS66, DBMS67, DBMS68, DBMS69, DBMS70, DBMS71, DBMS72, DBMS73, DBMS74, DBMS75, DBMS76, DBMS77, DBMS78, DBMS79, DBMS80, DBMS81, DBMS82, DBMS83, DBMS84, DBMS85, DBMS86, DBMS87, DBMS88, DBMS89, DBMS90, DBMS91, DBMS92, DBMS93, DBMS94, DBMS95, DBMS96, DBMS97, DBMS98, DBMS99, DBMS100. Storage units include SAN1, SAN2, SAN3, SAN4, SAN5, SAN6, SAN7, SAN8, SAN9, SAN10, SAN11, SAN12, SAN13, SAN14, SAN15, SAN16, SAN17, SAN18, SAN19, SAN20, SAN21, SAN22, SAN23, SAN24, SAN25, SAN26, SAN27, SAN28, SAN29, SAN30, SAN31, SAN32, SAN33, SAN34, SAN35, SAN36, SAN37, SAN38, SAN39, SAN40, SAN41, SAN42, SAN43, SAN44, SAN45, SAN46, SAN47, SAN48, SAN49, SAN50, SAN51, SAN52, SAN53, SAN54, SAN55, SAN56, SAN57, SAN58, SAN59, SAN60, SAN61, SAN62, SAN63, SAN64, SAN65, SAN66, SAN67, SAN68, SAN69, SAN70, SAN71, SAN72, SAN73, SAN74, SAN75, SAN76, SAN77, SAN78, SAN79, SAN80, SAN81, SAN82, SAN83, SAN84, SAN85, SAN86, SAN87, SAN88, SAN89, SAN90, SAN91, SAN92, SAN93, SAN94, SAN95, SAN96, SAN97, SAN98, SAN99, SAN100. The diagram also shows connections to various other devices like routers, switches, and firewalls.

Kondisi setelah dilakukan perbaikan GPS 1 dan GPS 2 sudah auto dan jika fail kedua GPS akan menjadikan MPU (Differential) sebagai time master:



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Bahwa penyebab trip REF-LV adalah sinyal spike yang diterima dari SAM600-CT2. Sumber Spike sinyal dapat berasal dari External / Internal Sam600 CT. Sampai saat ini pihak pabrikan berkesimpulan tidak ditemukan anomali pada internal SAM600CT sebagai penyebab **signal spike** yang dikirimkan SAM600 CT. Untuk langkah menghindari kondisi unsynchro dan CT REF LV tersebut maka telah dilakukan perbaikan :

1. Pemindahan CT REF LV yang semula pada MK menjadi di SMU615 pada panel SAS-20KV. Pada grup CT measurement sisi 20kV.
2. Penambahan function block Diff , block REF HV, block REF LV, Block OCR, Block Earth Fault, Block SBEF saat kondisi unsynchro.
3. Perbaikan Synchronisasi GPS yang semula GPS 1 dan GPS 2 pada masing masing AFS677 menjadi GPS1 dan GPS2 pada AFS677 Bay Trafo 2 yang sudah auto switch synchro dan ketika kedua GPS fail akan menjadikan MPU sebagai time master.

Dan setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan penambahan function under voltage didapatkan:

1. Relay tidak trip saat playback comtrade gangguan tanggal 3 Maret 2021 menggunakan tegangan normal 100% x Ubase , indikasi hanya REF LV Start
2. Relay Trip saat play comtrade gangguan tanggal 3 Maret 2021 menggunakan tegangan 77% x Ubase : UL1-N , UL2-N , UL3-N , dan UL123 dengan setting pickup 80% x Ubase
3. Nilai drop off dari under voltage block 10.4% x Ubase yaitu 1.2 kV dimana sensitifitas fungsi block tidak mendeteksi under voltage.
4. Pengukuran Arus MV , Arus REF LV , Tegangan MV , sudah pada unit yang sama di SMU615 dan Stream Merge Unit yang sama yaitu MU-9202 terkonfigurasi pada relay RET670
5. Stability telah dilakukan kembali tanggal 14 Maret 2021 dengan hasil baik (Stabil)

Untuk selanjutnya, jika terdapat proyek pengadaan transisi dari Gardu Induk Konvensional ke Digital Substation System agar dilakukan perencanaan yang matang, dengan melihat kasus kasus yang terjadi seperti ini. Dengan harapan PLN dapat mengikuti perkembangan industry 4.0 yang mendigitalisasikan system kelistrikan PLN dengan baik dan cermat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ABB UNIVERSITY SWITZERLAND “Digital Substation Architecture Design, CHP184”
Digital substation introduction, benefits, solutions.
- [2] T. Seppa “Fried Wire?” (Public Utilities Fortnightly, December 2003, pages 39-41)
- [3] Prospectiva del Sector Eléctrico 2002- 2011. (Secretaría de Energía. Mexico, 2002).
- [4] Resolución sobre las Modificaciones a la Metodología para la Determinación de los Cargos por Servicio de Transmisión de Energía Eléctrica. (Diario Oficial de la Federación. Jueves 23 de Diciembre de 1999).

LAMPIRAN



Nama : Bayu Febriyanto Tempat Tanggal Lahir : Palembang / 04 Februari 1990 NIP : 9015353ZY Jabatan : TL HAR PMO Asal : Palembang Pendidikan Terakhir : D3 Riwayat Jabatan : 2015 – 2018 JE HAR PERALATAN OTOMASI UPT BENGKULU OKT 2018 – FEB 2019 JE HAR PMO ULTG LAHAT MARET 2019 – NOV 2019 JE HAR PMO ULTG BATURAJA DES 2019 – 30 NOV 2022 SPV HAR PMO ULTG BATURAJA DES 2022 – Sekarang TL HAR PMO ULTG BATURAJA	Nama : Verawati Tempat Tanggal Lahir : Luwe Tua / 11 Agustus 1999 NIP : 9921146ZY Jabatan : JTC HAR PMO Asal : Lawe Sigala-Gala Pendidikan Terakhir : D3 Riwayat Jabatan : 2021 – Sekarang JTC HAR PMO ULTG BATURAJA	Nama : Mohamat Abdul Khoir Tempat Tanggal Lahir : Palembang / 16 Juli 1993 NIP : 9313003PBY Jabatan : JTC HAR PMO Asal : Palembang Pendidikan Terakhir : S1 Riwayat Jabatan : 2013 – Mei 2019 JOGI Baturaja 2019 – Sekarang JTC HAR PMO
---	---	--