

ANALISA KERUSAKAN DAN STUDI PEMASANGAN KABEL POWER SUPPLY AC CONTROL MCWP (MAIN COOLING WATER PUMP)

Erwin Dermawan¹, Haris Isyanto², Muhamad Mursid Nur Ichsan³

^{1) 2) 3)} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat (10510)

Email: erwindermawan@yahoo.com, haris.isyanto@gmail.com, mursidihsan@gmail.com

ABSTRAK

PLTGU Muara Tawar Blok V menjadi salah satu asset andalan PLN karena mampu memproduksi energi listrik tanpa mengalami gangguan pada periode awal 2 tahun pengoperasian, namun banyak kejadian yang tidak bias diprediksi sebelumnya. Kemudian terjadi permasalahan pada power supply AC control MCWP. Pada hasil investigasi ditemukan Short Circuit pada area Breaker Power Supply AC Control Sensor Motor Main Cooling Water Pump.

Dimana peralatan tersebut berpengaruh pada operasinya Steam Turbin karena sensor pada motor mentreager langsung untuk mengetriapkan unit apabila terjadinya kehilangan Power Supply. Kemudian dimitigasi dengan melakukan pemindahan power supply dari BUS59BFE ke BUS Essential Feeder. Fungsi system Essential Feeder sebagai Emergency atau Backup pada equipment atau kontrol-kontrol yang ada dipembangkit. Sistem Essential di PLTGU disupply dari Battery dan EDG (Emergency Diesel Generator), yang outputnya adalah tegangan DC kemudian dikonversi ke AC.

Mengingat pentingnya penyaluran energi listrik pembangkit UP Muara Tawar dalam sistem distribusi JAMALI maka diperlukan pemindahan jalur ke Bus Essential Feeder pada Power Supply Control Motor MCW Pump sehingga tidak mengganggu operasional Pembangkitan Muara Tawar.

Kata kunci : Power Supply AC Control Motor MCWP, Trip Unit Steam Turbin, Sistem Essential Feeder.

I. PENDAHULUAN

Dalam suatu Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap seperti pada PLTGU Muara Tawar terdapat berbagai elemen penting yang berfungsi sebagai alat penggerak dalam proses penghasilan energy listrik dalam pembangkit tersebut. Maka bukan hanya penyaluran ketenagalistrikan saja yang diperlukan namun penyaluran Cooling Water juga sangat diperhatikan. Ini semua demi keberlangsungan proses produksi listrik secara continue.

Pada saat ini di PLTGU Muara Tawar hal yang paling sering muncul kerusakan adalah pada system peralatan power control untuk sensor motor MCW. Yang mana kerusakan itu muncul akibat dari kehilangan power supply AC sensor motor MCW, kemudian proteksi pada Steam Turbin active karena tidak ada supply pendingin dan mentreager unit untuk Shut down. Kerusakan ini kemudian menjadi langkah awal untuk melakukan sebuah modifikasi power supply AC control motor MCW agar tidak terjadi kejadian berulang.

Dari hasil analisa gangguan dapat ditentukan bahwa langkah yang akan diambil adalah modifikasi dengan melakukan pemindahan power supply AC control dari BUS59BFE ke BUS59BMA (Essential Feeder). Fungsi sistem Essential Feeder adalah sebagai Power Emergency atau Backup pada equipment atau kontrol-kontrol yang ada dipembangkit yang memang kondisi equipment tersebut harus selalu beroperasi baik dalam keadaan normal operasi ataupun dalam keadaan blackout. Sistem Essential di PLTGU disupply dari UPS

System, Battery dan EDG (Emergency Diesel Generator) yang outputnya adalah tegangan DC kemudian diconvert ke AC.

Adanya gangguan pada suatu sistem dapat mengganggu operasi dari sistem tersebut yang dapat membahayakan bagian-bagian penting didalamnya karena dapat mengakibatkan kerusakan dan penurunan umur peralatan. Karena itu diperlukan suatu system yang andal untuk dapat melindungi setiap bagian dari sistem peralatan Pembangkit Listrik.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menjaga keandalan Steam Turbin Blok 5
2. Menjaga keandalan sistem Main Cooling Water Pump Blok 5.
3. Menghindari kerusakan pada peralatan sensor instrumentasi control MCW

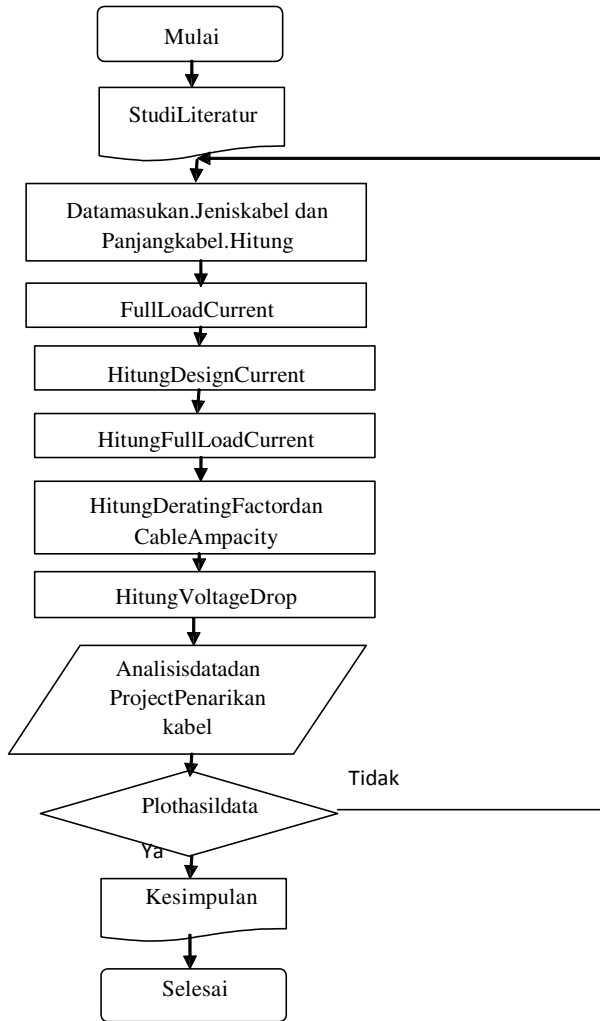
Untuk lebih memfokuskan masalah yang akan diteliti dan untuk menghindari pembahasan yang meluas, maka dibatasi pembahasan penelitian ini dengan hal-hal sebagai berikut:

1. Lokasi survey adalah BLOK 5 Muara Tawar pada pemindahan dan penarikan baru power supply AC *panel control* PTPJBUP Muara Tawar
2. Analisa gangguan Power Supply AC yang terjadi pada Main Cooling Water Pump Sebelum pemindahan *Power Supply AC dari BUS Unit Station Transformer ke BUS Essential Feeder*
3. Analisa pemindahan power supply pada System control *MCW Pump* setelah dipindahkan *dari BUS Unit Station Transformer ke BUS Essential feeder*

Metodologi penelitian yang digunakan adalah :

1. Studi kepustakaan sebagai teori pendukung dalam pembahasan,
2. Pengumpulan data teknis beban pada power supply AC control Motor MCW,
3. Menganalisa kebutuhan power supply AC Control Motor MCW,
4. Menganalisa sebelum dan sesudah melakukan project penarikan kabel power supply AC control Motor MCW
5. Menarik kesimpulan dari sering terjadinya permasalahan kehilangan power supply AC pada control Motor MCW akan dilakukan modifikasi pemindahan BUS ke Essential Feeder.

Diagram alir metodologi penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kabel Power Supply

Kabel ialah penghantar logam yang dilindungi dengan isolasi. Bila jumlah penghantar logam tadi lebih dari satu maka keseluruhan kabel yang berisolasi tadi dilengkapi lagi dengan selubung pelindung. Contohnya kabel listrik yang dipakai di rumah. Bila kabel tersebut “dikupas” maka akan kelihatan sebuah selubung (biasanya berwarna putih) yang membungkus beberapa inti kabel yang terisolasi (2 atau 3 inti) dimana masing-masing inti memiliki warna isolasi yang berbeda.

2.2. Jenis kabel listrik yang umum dipakai

Dalam instalasi listrik perumahan maupun industry, paling tidak ada 3 jenis kabel listrik yang paling umum digunakan yaitu kabel jenis NYA, NYM dan NYY. Istilah NYA, NYM dan NYY ini merupakan tata nama atau *nomenklatur* pada kabel. PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik tahun 2000) dalam lampiran C menjelaskan mengenai tata nama (*nomenklatur*) kabel ini.

Dari lampiran tersebut, kabel NYA, NYM dan NYY berarti kabel standar berpenghantar tembaga (huruf “N”) dan berselubung isolasi dari PVC (*Poli Vinil Chlorid*) (huruf “Y”).

2.2.1. Kabel NYA



Gambar 2.1. Kabel NYA

Merupakan kabel berisolasi PVC dan berinti kawat tunggal. Warna isolasinya ada beberapa macam yaitu merah, kuning, biru dan hitam. Jenisnya adalah kabel udara (tidak untuk ditanam dalam tanah). Karena isolasinya hanya satu lapis, maka mudah luka karena gesekan, gigitan tikus atau gencetan. Dalam pemasangannya, kabel jenis ini harus dimasukkan dalam suatu conduit kabel.

2.2.2. Kabel NYM



Gambar 2.2. Kabel NYM

Kabel jenis ini mempunyai isolasi luar jenis PVC berwarna putih (cara mengenalinya bisa dengan melihat warna yang khas putih ini) dengan selubung karet didalamnya dan berinti kawat tunggal yang jumlahnya antara 2 sampai 4 inti dan masing-masing inti mempunyai isolasi PVC dengan warna berbeda.

Kabel ini relative lebih kuat karena adanya isolasi PVC dan selubung karet. Pemasangannya pada instalasi listrik dalam rumah maupun industry bias tanpa conduit (kecuali dalam tembok sebaiknya menggunakan conduit seperti yang dijelaskan sebelumnya).

2.3. Kabel NYY



Gambar 2.3. Kabel tipe NYY

Warna khas kabel ini adalah hitam dengan isolasi PVC ganda sehingga lebih kuat. Karena lebih kuat dari tekanan gencetan dan air, pemasangannya bias untuk *outdoor*, termasuk ditanam dalam tanah. Kabel untuk lampu taman dan di luar rumah sebaiknya menggunakan kabel jenis ini. Harganya tentu lebih mahal dibanding dua jenis kabel sebelumnya.

2.3. Kuat Hantar Arus Kabel

Kabel listrik mempunyai ukuran luas penampang inti kabel yang berhubungan dengan kapasitas penghantaran arus listriknya. Dalam istilah PUIL, besarnya kapasitas hantaran kabel dinamakan dengan Kuat Hantar Arus (KHA).

Ukuran kabel dan KHA-nya sebaiknya kita pahami dengan baik untuk menentukan pemilihan kabel yang sesuai dengan kapasitas instalasi listrik rumah maupun industri. Besar kapasitas daya listrik dalam suatu instalasi listrik rumah dan industri berhubungan dari berapa besar langganan listrik dari PLN. Dalam hal ini adalah berapa besar rating MCB yang terpasang di KWh meter. Besarnya KHA kabel harus lebih besar dari rating MCB, karena prinsipnya adalah MCB harus trip sebelum kabelnya terkena masalah.

Arus listrik yang melebihi KHA dari suatu kabel akan menyebabkan kabel tersebut menjadi panas dan bila melebihi daya tahan isolasinya, maka dapat menyebabkan rusaknya isolasi. Kerusakan isolasi bias menyebabkan kebocoran arus listrik dan akibatnya bias fatal seperti ke setrum pada manusia atau bahkan mengakibatkan terjadinya kebakaran.

Daftar KHA penghantar yang dihitung atas dasar kondisi-kondisi berikut:

- kecepatan angin 0,6 m/detik
- suhu keliling akibat sinar matahari 35°C
- suhu penghantar maksimum 80°C

Tabel 2.1. KHA Penghantar AAC dan AAAC

Luas penampang (mm ²)	KHA terus menerus, untuk penghantar AAC (A)	KHA terus menerus, untuk penghantar AAAC (A)
16	110	105
25	145	135
35	180	170
50	225	210
70	270	255
95	340	320
120	390	365
150	455	425
185	520	490
240	625	585

Tabel 2.2. Kemampuan Hantar Arus kabel NYY Tegangan 600 / 1000 Volt (SPLN 43-1:1994)

Jumlah Penghantar dan luas penampang	Maksimum Temperatur yang diijinkan	Maksimum Arus di tanah Temp 30°C	Maksimum Arus yang diijinkan di udara Temp 30°C	Diameter luar	Berat kabel	Standar panjang
mm ²	° C	A	A	mm	Kg/km	m
1 x 1,5	70	33	26	6,6	60	50
1 x 2,5	70	45	35	7,2	95	50
1 x 4	70	58	46	7,9	100	50
1 x 6	70	74	58	8,5	125	500
1 x 10	70	98	80	9,2	170	1000
1 x 16	70	129	105	11,0	250	1000
1 x 25	70	169	140	12,5	365	1000
1 x 35	70	210	175	14,0	470	1000
1 x 50	70	250	215	16,0	625	1000
1 x 70	70	310	270	17,5	835	1000
1 x 95	70	375	335	20,0	1120	1000
2 x 6	70	59	48	15,0	350	1000
2 x 10	70	78	66	16,5	470	1000
2 x 16	70	102	90	19,0	700	1000
2 x 25	70	134	120	23,5	1070	1000
2 x 35	70	160	150	26,5	1240	1000
2 x 50	70	102	90	19,0	700	700
2 x 70	70	134	120	23,5	1070	1070
2 x 95	70	160	150	26,5	1240	1240
2 x 120	70	320	320	41,5	3540	500
2 x 150	70	355	375	47,0	4320	500
3 x 1,5	70	24	18	11,5	195	1000
3 x 2,5	70	32	25	13,0	255	1000
3 x 4	70	41	34	14,5	335	1000
3 x 6	70	52	44	15,5	420	1000

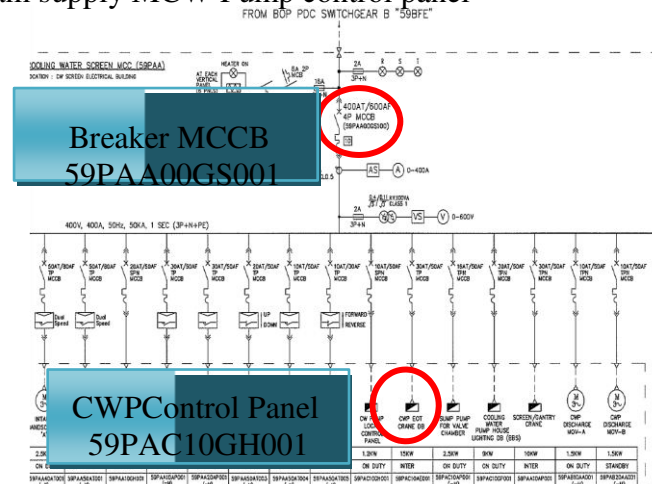
III.METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Analisa Kerusakan Power Supply AC Control MCWP

Pada bulan September 2011 dan 18 November 2013 ST5.8 mengalami derating disebabkan dari power supply AC control MCWP yang mengalami trouble (overload).

Berikut analisa kejadian MCWP saat terjadi overload.

a. Single line diagram supply MCWP Pump control panel



Gambar 3.1. Single Line Diagram supply MCWP control panel

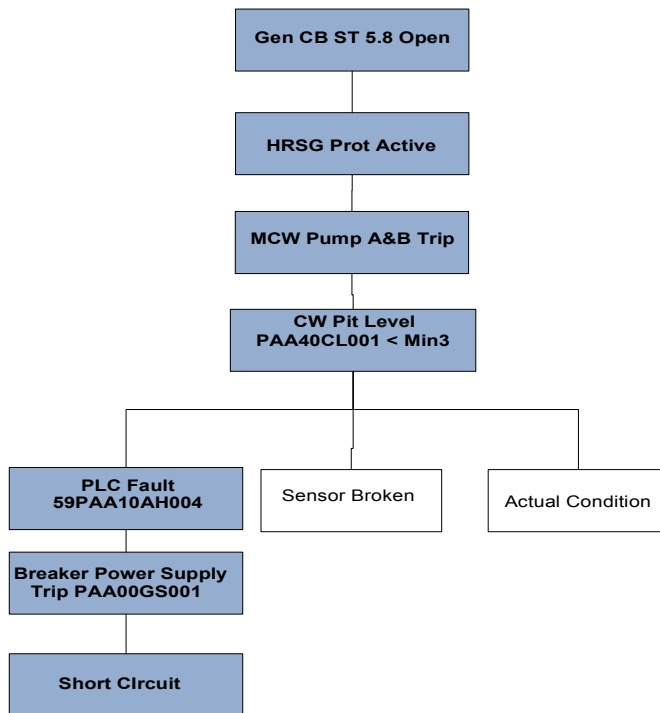
MCWP Control Panel 59PAC10GH001 merupakan local control yang sangat penting karena terdapat PLC 59PAA10AH004 yang mengolah sistem instrumentasi pada CW Pump, sistem instrumentasi yang diolah oleh PLC 59PAA10AH004 antara lain adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Data sensor Control Motor MCWP

CWPumpA	CWPumpB
1. Temperature motor windi	1. Temperature motor wind
2. Temperature motor windi	2. Temperature motor wind
3. Temperature motor windi	3. Temperature motor wind
4. Temperature Thrust Bear	4. Temperature Thrust Bear
5. Outlet MO- Valve	5. Outlet MO- Valve
6. Flow Sensor	6. Flow Sensor
7. CW pit level Sensor	7. CW pit level Sensor

Dari table diatas dapat dilihat bahwa data sensor CW pit level diolah oleh PLC 59PAA10AH004 yang berada di panel 59PAC10GH001, sedangkan panel tersebut mendapat supply dari bus 59BFE melalui MCCB59PAAGS001.

b. Fault Tree Analysis



Gambar 3.2. Fault Tree Analysis Control Motor MCWP

Dari diagram Fault Tree Analysis diatas dapat diketahui bahwa root cause dari Trip ST5.8 adalah :

Direct Cause : CW Pump Adan CW pump B Trip

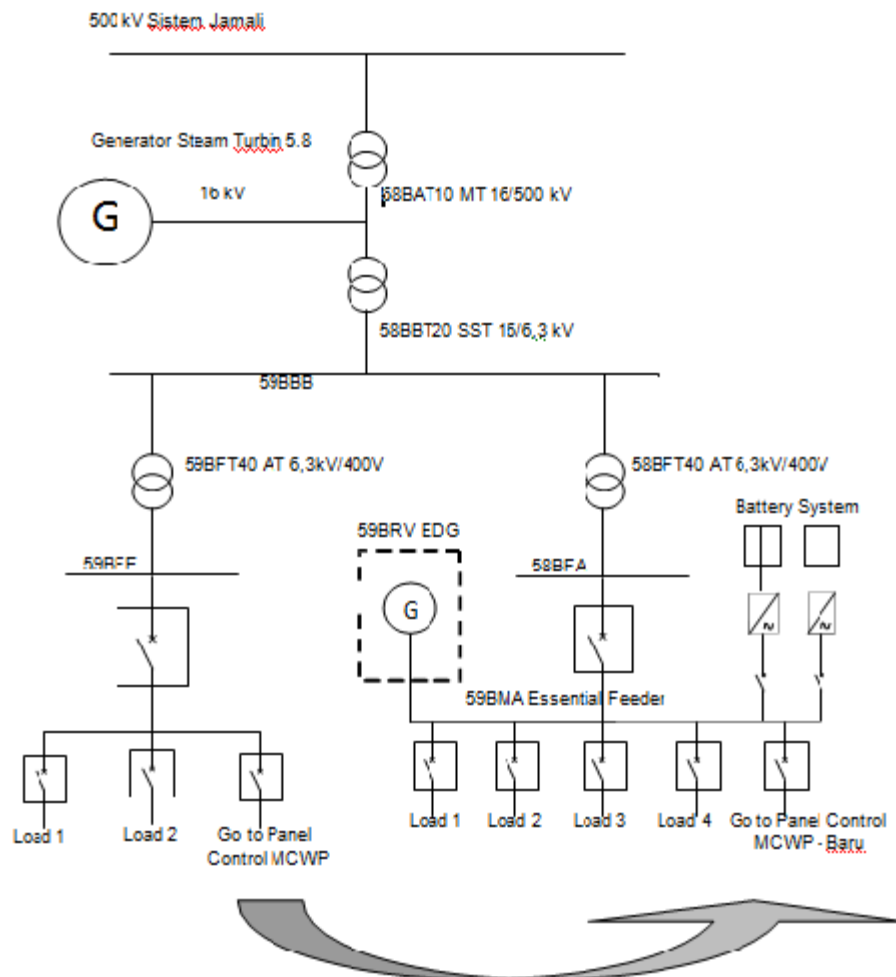
Indirect Cause : Trip pada breaker

Belum adanya fasilitas power essential yang mensupply ke panel control MCW akan mengakibatkan permasalahan pada peralatan kontrol, permasalahan ini akan terjadi apabila masalah pada power utama tidak bias mensupply dan over load. permasalahan ini bisa dimitigasi dengan memindahkan sistem power yang disupply dari essential dimana supply tersebut khusus digunakan untuk panel control MCW sehingga mampu menjamin power supply AC beroperasi normal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

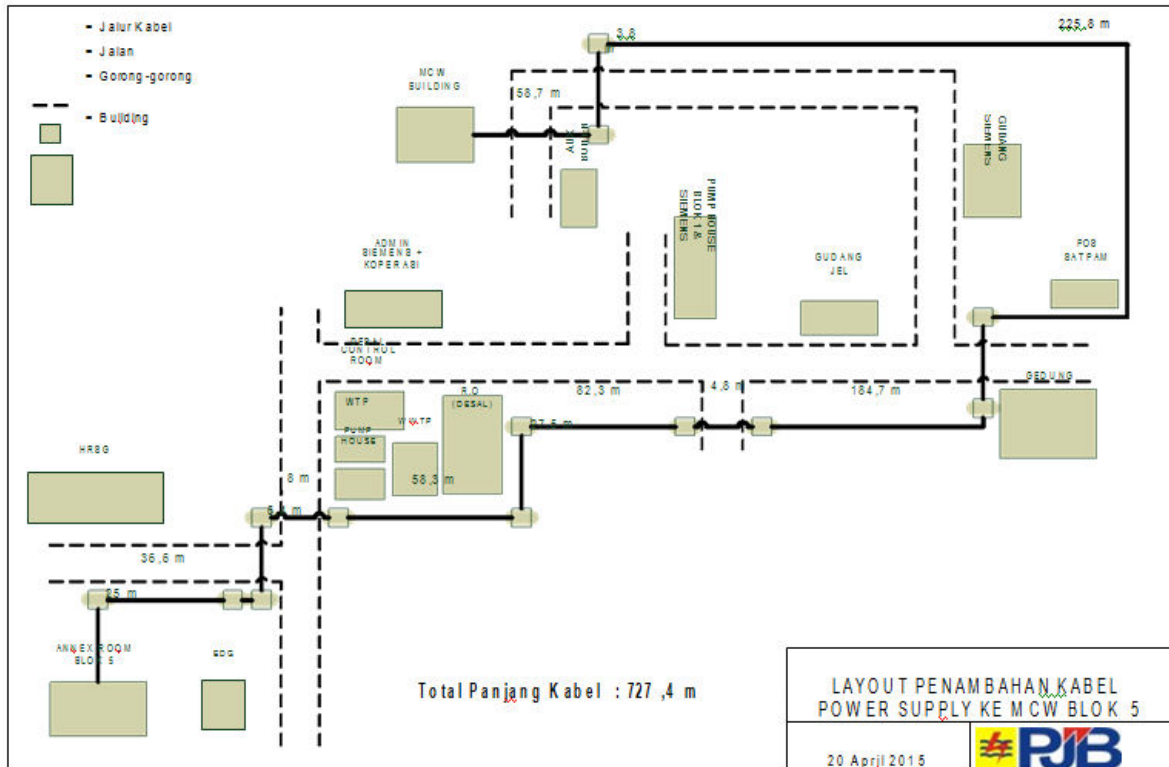
4.1. Menggubah Jalur BUS, Menghitung Voltage Drop dan Kebutuhan Power Supply AC Motor MCWP

Untuk memitigasi kejadian berulang trip Steam Turbin maka dilakukan pemindahan power supply AC MCWP dari BUS 59BFE ke Essential Feeder dengan harapan apabila terjadi short circuit pada area MCC panel control ini tidak akan mengakibatkan Steam Turbin lepas dari system JAMALI. Bus pada Essential Feeder ini sendiri di supply oleh Battery system yang ada pada pembangkit dan Emergency Diesel Generator (EDG).



Gambar 4.1. Single Line Diagram rencana penarikan pemindahan power supply

4.2. Mengukur Panjang Kabel Power Supply Dari Breaker BUS Essential Feeder ke Panel Control MCWP



Gambar 4.2. Panjang Power Supply dari Essential Feeder ke MCC control MCWP

Dari gambar diatas sudah dapat kita lihat bersama total panjang kabel dari sumber BUS59BFE yang terletak pada gedung Annex Room Blok 5 sampai dengan MCC Breaker Control MCW berjarak 727,4 meter namun pihak maintenance menginginkan diperpanjang menjadi 800 meter untuk perhitungan nilai spare peralatan, termasuk perhitungan Volt drop dan lain-lain. V drop yang diizinkan dalam peralatan ini ditetapkan sebesar 5% karena jarak yang jauh antara MCC annex Essential Feeder dengan MCC Control Motor MCWP.

4.3. Cable Sizing Calculation & Voltage Drop

Dalam menghitung kabel yang akan digunakan, terdapat beberapa hal yang perlu dipelajari terlebih dahulu yaitu *References* (Referensi-Referensi yang dipakai). Reference itu sendiri berisi tentang Specifications, Single Line diagram, Power Layout PTPJB UP Muara Tawar, dan International Codes and Standard. Reference ini digunakan untuk membantu perhitungan agar dapat menentukan ukuran yang aman dan tepat.

Dalam proyek PTPJB UP Muara Tawar diminta untuk mendesain kabel yang sesuai untuk instalasi dan operasi dalam kondisi cuaca yang dijelaskan sebagai berikut:

- Suhu udara : 95 °F–122 °F(35°C– 50 °C)
- Suhu operasi: 140°F(60°C)
- Kelembaban: 30%-100% non kondensasi

4.4. Perhitungan Full Load Current

Arus beban penuh dapat didefinisikan sebagai jumlah maksimum arus yang masuk dalam perangkat listrik. Contohnya saja pada breaker eksisting, mengacu pada arus yang mengalir ketika breaker sedang beroperasi pada beban penuh. Dalam menghitung arus beban puncak dapat diketahui rumus sebagai berikut:

$$I_{FL} = \frac{\text{Equipment Rating}}{V_n \times \text{Cos } \phi \times \eta} \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan :

- IFL : Arus beban puncak (Ampere)
- Equipment Rating : Daya beban (watt)
- V_n : Tegangan Nominal (Volt)
- Cos φ : Faktor Daya
- η : Effisiensi control

Maka perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan rumus (4.1) maka arus beban puncaknya sebagai berikut:
Diketahui data sebagai berikut:

- Voltage (V) : 220V
- Load Power Rating (P) : 440Watt
- Power Factor (Cos φ) : 0.86
- Efficiency Motor (η) : 95% = 0.95
- Panjang Kabel (L) : 800 meter

$$IFL = \frac{440}{220 \times 0.86 \times 0.95}$$

$$IFL = 2.447 A$$

4.5. Perhitungan Design Current

Arus desain adalah arus beban puncak yang sudah dikalikan factor pengali. Faktor pengali untuk breaker control MCWP adalah = 1,25 sesuai dengan yang sudah direkomendasikan NFPA 70 / NEC, pasal 430-22. Gunanya dikali dengan factor pengali adalah berfungsi agar sewaktu-waktu terjadi penurunan dan lonjakan arus dari supply tidak berpengaruh dengan kinerja pada breaker.

Berikut persamaannya:

$$ID = MF \times IFL \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan

- ID : Desain Arus (Ampere)
- MF : Multiplying Factor 1.25
- IFL : Arus beban puncak (Ampere)

Dari persamaan rumus (4.2) maka dapat diketahui arus desainnya sebagai berikut:

$$ID = MF \times IFL$$

ID: Desain Arus (Ampere)

MF: Multiplying Factor 1.25

IFL: Arus beban puncak (Ampere)

$$ID = 1.25 \times 2.447$$

$$ID = 3.059 \text{ A}$$

Dari arus desain ini kita bias mengetahui diameter kabel yang akan digunakan. Sebelum memilih kabel, maka dapat dilihat berapa besar diameter kabel dan arus maksimal yang dapat ditampung dari kabel tersebut.

Dari arus desain ini kita bias mengetahui diameter kabel yang akan digunakan. Sebelum memilih kabel, maka dapat dilihat berapa besar diameter kabel dan arus maksimal yang dapat ditampung dari kabel tersebut. Disini sesuai dengan standard ANSI yang berlaku maka dipilih kabel dari vendor okonite. Berikut tabel ukuran kabel okonite :

Tabel 4.1. Ukuran kabel okonite type MC (XHHW-2) 600V multi konduktor

Catalog Number	Conductor Size AWG Kawat	Number of Conductors	Insulation Thickness - mils	Grounding Conductor(s) AWG*	Core O.D. - Inches	Core O.D. - mm	Loxarmor O.D. - mm	Loxarmor O.D. - inches	Jacket Thickness - mils	Jacket Thickness - mm	Approx. O.D. - Inches	Approx. O.D. - mm	Cross-Sectional Area (sq. In.)†	Approx. Net Weight lbs./1000'	Approx. Ship Weight lbs./1000'	IEC Ampacity (1)
112-31-5744	8(7X)	3	10	0.53	13.5	0.76	19.3	50	1.27	0.87	22.1	0.59	412	476	55	
112-31-5745		4	10	0.59	15.0	0.82	20.8	50	1.27	0.93	23.6	0.68	492	556	44	
112-31-5746	6(7X)	3	8	0.60	15.2	0.83	21.1	50	1.27	0.94	23.9	0.69	549	613	75	
112-31-5747		4	8	0.69	17.5	0.92	23.4	50	1.27	1.03	26.2	0.83	672	752	60	
112-31-5748	4(7X)	3	8	0.68	17.3	0.91	23.1	50	1.27	1.02	25.9	0.82	697	777	95	
112-31-5749		4	8	0.79	20.1	1.02	25.9	50	1.27	1.13	28.7	1.00	906	998	76	
112-31-5750	2(7X)	3	6	0.81	20.6	1.04	26.4	50	1.27	1.15	29.2	1.04	1002	1081	130	
112-31-5751		4	6	0.95	24.1	1.18	30.0	50	1.27	1.29	32.8	1.31	1317	1421	104	
112-31-5752	1(19X)	3	6	0.92	23.4	1.15	29.2	50	1.27	1.26	32.0	1.25	1212	1311	150	
112-31-5753		4	6	1.03	26.2	1.26	32.0	50	1.27	1.37	34.8	1.47	1527	1641	120	
112-31-5754	1/0(19X)	3	6	1.00	25.4	1.23	31.2	50	1.27	1.34	34.0	1.41	1474	1571	170	
112-31-5755		4	6	1.12	28.5	1.35	34.3	50	1.27	1.46	37.1	1.67	1864	2001	136	
112-31-5756	2/0(19X)	3	6	1.09	27.7	1.32	33.5	50	1.27	1.43	36.3	1.61	1772	1911	195	
112-31-5757		4	6	1.22	31.0	1.45	36.8	50	1.27	1.56	39.6	1.91	2254	2391	156	
112-31-5760	4/0(19X)	3	4	1.31	33.3	1.54	39.1	60	1.52	1.67	42.4	—	2674	2811	260	
112-31-5761		4	4	1.46	37.1	1.69	42.9	60	1.52	1.82	46.2	—	3428	3662	208	
112-31-5762	250(37X)	3	4	1.45	36.8	1.68	42.7	60	1.52	1.81	46.0	—	3099	3333	290	
112-31-5763		4	4	1.62	41.1	1.88	47.8	60	1.52	2.01	51.1	—	4080	4336	232	

Dari table 4 dapat kita lihat ada beberapa kabel yang mendekati arus desain sebesar 3.059A. Kabel dengan ukuran 8 AWG dengan arus maksimal 55 A, untuk memenuhi syarat ketentuan drop voltage sebesar 5% ukuran saat ini cocok untuk diimplementasikan, maka yang akan digunakan adalah kabel dengan ukuran 8 AWG. Kemudian untuk memudahkan ukuran yang akan digunakan maka standar kabel AWG bias diconvert ke dalam mm². Berikut table standar konversi kabel yang ada di dunia :

Tabel 4.2. Standar Konversi Cable

CROSS-SECTIONAL AREA CONVERSION TABLE COMPARISON OF AMERICAN AND BRITISH STANDARD TO METRIC SYSTEM				
BRITISH STANDARD (BS)		METRIC RANGE OF CROSS-SECTIONAL AREA ACCORDING TO IEC 228	AMERICAN WIRE GAUGE (AWG)	
Cross-sectional Area of Conductor	Equivalent Metric Cross-sectional Area	Cross-sectional Area	Equivalent Metric Cross-sectional Area	AWG or MCM
sq.inch	mm ²	mm ²	mm ²	
.001	0.65		0.653	19 AWG
		0.75	0.823	18
.0015	0.97		1.04	17
.0020	1.29		1.31	16
		1.5	1.65	15
.003	1.94		2.08	14
		2.5	2.62	13
.0045	2.90			
.0050	3.23		3.31	12
		4.0	4.17	11
.007	4.52			
.008	5.16		5.26	10
.01	6.45		6.63	9
		6.0	8.37	8
.013	8.39			
.0145	9.35			
		10.0	10.55	7
.020	12.90		13.30	6
.0225	14.52			
		16.0	16.77	5
.03	19.35		21.15	4
		25.0		

Tabel diatas dapat kita lihat bahwa pada perhitungan yang sudah diperoleh menggunakan 8 AWG dan ketika setelah dikonversi ke dalam bentuk mm² ukurannya menjadi 6 mm². Sedangkan pada kabel ukuran 4 mm² kemungkinan besar tidak akan bias digunakan karena hasilnya akan menunjukkan sama dengan load eksisting ditakutkan tidak akan bisa mengamankan apabila terjadi short circuit pada kabel.

4.6. Perhitungan Derating Factor dan Cable Ampacity

- *Derating factor*

Derating factor terhadap udara adalah faktor koreksi yang diambil sesuai penempatan kabel pada suhu tertentu dan faktor jumlah konduktor yang ada. Contoh kasus kabel harus desain pada 65^oF – 95^oF dan jumlah konduktornya ada 3. Oleh karena itu factor koreksi untuk suhu tersebut adalah 0,96 dan factor koreksi untuk jumlah konduktor 3 adalah 1, serta harus diterapkan dikalikan dengan efisiensi pada beban.

Perhitungan matematis:

$$Df : \eta \times \text{Faktor Kokersi Suhu} \times \text{Faktor Koreksi Jumlah Konduktor} \dots \dots \dots (4.3)$$

Dari persamaan rumus (4.3) diatas maka dapatdiketahui arus desainnya sebagai berikut:

$$Df = 0.95 \times 0.91 \times 1$$

$$Df = 0.8645$$

Berikut tabel untuk faktor koreksi berdasarkan suhu udara :

Tabel 4.3. Faktor koreksi berdasarkan suhu udara

TemperaturRatingofConductor			Ambient Temperature (°F)
60°C	75°C	90°C	
1.29	1.20	1.15	50orless
1.22	1.15	1.15	51-59
1.15	1.11	1.12	60-68
1.08	1.05	1.08	69-77
1.00	1.00	1.04	78-86
0.91	0.94	1.00	87-95
0.82	0.88	0.91	96-104
0.71	0.82	0.87	105-113
0.58	0.75	0.82	114-122
0.41	0.67	0.76	123-131
-	0.58	0.71	132-140
-	0.47	0.65	141-149
-	0.33	0.58	150-158
-	-	0.50	159-167
-	-	0.41	168-176
-	-	0.29	177-185

- *Cable Ampacity*

Cable Ampacity adalah besar arus yang dilewati kabel dari supply menuju ke beban. Besar arus kabel harus lebih besar dari arus desain pada beban yang sudah dihitung pada perhitungan diatas. Rumus yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Cable Ampacity : $D_f \times$ arus maks yang mampu dialiri kabel..... (4.4)

Dari data diatas sudah diketahui kabel yang dipilih adalah 8 AWG, maka arus maksimal yang dapat dialiri arus pada kabel tersebut adalah sebesar 55 A. Maka dapat dilakukan perhitungan :

Cable Ampacity = 0.8645×55

Cable Ampacity = 47.5475 A

4.7. Perhitungan Voltage Drop

Berdasarkan hukum Ohm, drop tegangan pada kabel dan kawat tiga fase, fase tunggal dan kabel arus searah dapat diketahui sebagai berikut:

$$\Delta V = \frac{2 \times (R_c \cos \phi + X_c \sin \phi) \times L \times I_{FL}}{1000 \times n \times V_n} \dots\dots\dots(4.5)$$

Keterangan:

- ΔV : Drop tegangan (volt)
- R_c : Resistansi kabel (ohms/kft)
- $\cos \phi$: Faktor Daya Beban
- X_c : Induktansi Reaktansi kabel (ohms/kft)
- $\sin \phi$: Nilai sinus dari $\cos \phi$
- L : Panjang kabel (feet)
- n : Jumlah tarikan kabel
- I_{FL} : Arus beban puncak (Ampere)
- V_n : Tegangan nominal (Volt)

Dari rumus Cable Ampacity untuk mengetahui nilai resistansi kabel (R_c) dan nilai induktansi reaktansi kabel (X_c) dapat kita lihat dari katalog kabelnya. Berikut tabelnya:

Tabel 7. Nilai resistansi dan induktif reaktansi

Ukuran Konduktor (AWG/kcmil)	Resistansi AC @90°C, 60 Hz (Ohms/kft)	Induktif Reaktansi @60 Hz (Ohms/kft)
14	3.3	0.0367
12	2.07	0.0344
10	1.31	0.0325
8	0.82	0.0339
6	0.516	0.032
4	0.324	0.0305
2	0.205	0.029
1	0.162	0.0291
1/0	0.128	0.0284
2/0	0.1022	0.0278
3/0	0.0813	0.0273
4/0	0.0647	0.0268
250	0.055	0.0268
350	0.0398	0.0261
500	0.0287	0.0255
750	0.0203	0.0254
1000	0.0164	0.025

Berdasarkan hukum Ohm, drop tegangan pada kabel dan kawat 1 fase dan kabel arus searah dapat diketahui sebagai berikut:

Ukuran kabel : 8AWG

R_c : 0.82

X_c : 0.339

$\cos \phi$: 0.86

$\sin \phi$: 0.51

$$\Delta v = \frac{2 \times (0.82 \times 0.86 + 0.0339 \times 0.51) \times 800 \times 2.447}{1000 \times 1 \times 220}$$

$$\Delta v = \frac{2 \times (0.705 + 0.0172) \times 800 \times 2.447}{1000 \times 1 \times 220}$$

$$\Delta v = \frac{2 \times (0.722) \times 1957.6}{220000}$$

$$\Delta v = \frac{2827.557}{220000}$$

$$\Delta v = 0.01285$$

$\Delta V(\%) = \Delta V \times 100\% = 1.2852\%$ (kurang dari 5%, sudah sesuai dengan criteria yang diminta). Setelah melakukan perhitungan diatas maka dipilih kabel dengan ukuran 3C# 8 AWG + G yang memiliki arti kabel tersebut 3 inti tembaga konduktor ukuran 8 AWG ditambah kabel ground.

V. SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Analisa penarikan kabel Power Supply AC Control Motor MCWP serta perhitungannya di PLTGU Muara Tawar adalah sebagai berikut:

1. Arus Maksimum yang diizinkan sebesar *2.447 Ampere*, hasil tersebut masih harus dikalikan dengan faktor pengali untuk memilih ukuran kabel yang akan digunakan.
2. Arus desain didapatkan sebesar *3.059 Ampere* kemudian dari hasil tersebut dapat dipilih kabel dengan ukuran 8 AWG.
3. Kabel *ampacity* didapatkan sebesar *47.5475 Ampere* masih dibawah dari nilai ukuran kabel 8 AWG yang dipilih mempunyai arus maksimal 55 A.
4. *Voltage drop* didapatkan sebesar 0.01285 volt, jika diubah kedalam bentuk prosentase, hasilnya yang didapat menjadi 1.285 % artinya nilai tersebut sudah sesuai dengan kriteria semakin kecil *voltage drop* maka semakin bagus.
5. *Derating factor* dalam proyek ini menggunakan nilai 0.91 karena suhu pada lokasi berkisar 96^oF–104^oF.

Pada program ini lebih baik agar kabel Power Supply AC Control MCWP tersebut selalu dilakukan pengetesan bersamaan dengan unit Steam Turbin Blok V melakukan Over Haul. Adapun pengetesan yang dilakukan adalah sebagai berikut,

1. Tegangan
2. Arus
3. Megger

DAFTARPUSATAKA

1. Arismunandar, A. dan Kuwahara, S. Teknik Tenaga Listrik Jilid III. Jakarta.2004.
2. Blackburn, J.Lewis. Protective Relaying Principles and Applications. Marcel Dekker INC. New York.
3. Marsudi, Djiteng. Pembangkitan EnergiListrik. Erlangga. Jakarta.
4. MTW, CCPP. Instruction Manual Power Distribution Centre Switch gear Power TransmissionAndAuxiliary PowerSupply KKS B Vol7.ABBMarubeni. Switzerland.
5. Pemeliharaan Proteksi Pembangkit. PT PLN Udiklat Semarang. 2009.
6. Priowirjanto, Gatot.Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Jakarta. 2003.
7. Saputra, Adrian Eko. 2014. *ELECTRICAL SIZING CALCULATION CABLE & VOLTAGE DROP DI NORTH DURI DEVELOPEMENT AREA 13 (NDD-13)*. Jakarta: Makalah Seminar Kerja Praktek Univeristas Diponegoro.
8. ELC-SU-3553-C600 Volt Type MC Multiconductor Powe rAnd Control Cable Specification.
9. SP-EL-EE-016 Medium Voltage Power Cable Specification
10. http://okonite.com/Product_Catalog/index.html