

MAKALAH
ACTING TEAM LEADER



Oleh :
LUKMAN HARUN
28B11151373

DEPARTEMEN OPERASIONAL LISTRIK
DIVISI POWER PLANT
2019

DAFTAR ISI

Materi 1 Generator

Materi 2 Sistem Eksitasi Generator

Materi 3 Inverter

Materi 4 Transformator

Materi 5 Rangkaian DOL dan STAR DELTA

Materi 6 Sistem Feeder DC

Materi 7 UPS (Uninteruptible Power Switch)

Materi 8 Power Supply Fast Cutting

Materi 9 Reaktor Pembatas Arus

LAMPIRAN

1. Troubleshooting
2. Dokumentasi

MATERI 1

GENERATOR

I. Pengertian

Generator adalah sebuah mesin/peralatan yang mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Generator bekerja berdasarkan hukum faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan menimbulkan ggl (gaya gerak listrik) yang mempunyai satuan volt. Secara umum generator terbagi menjadi dua jenis yaitu generator DC dan generator AC. Generator DC membangkitkan listrik searah dengan menggunakan komponen utama berupa komutator, sebuah komponen yang berupa lilitan kawat untuk membangkitkan listrik searah. Generator DC hanya cocok untuk membangkitkan tenaga listrik kecil. Sedangkan generator AC tersusun atas sebuah konduktor listrik yang bergerak memotong medan magnet (biasanya berupa elektromagnetik).

II. Klasifikasi generator

Generator memiliki beberapa jenis, berikut dibawah ini klasifikasi dari generator diantaranya :

- a. Berdasarkan penggerak mula generator dibedakan menjadi beberapa diantaranya : generator turbin air, generator turbin gas, generator turbin uap, generator diesel dan lain-lain.
- b. Berdasarkan media pendingin generator dibedakan menjadi beberapa diantaranya : generator air cooling, generator water cooling, generator hydrogen cooling dan lain-lain
- c. Berdasarkan struktur bodinya generator dibedakan menjadi 2 yaitu tipe kutub magnet berputar dan tipe armature berputar.
- d. Berdasarkan pemasangan porosnya generator dibedakan menjadi 2 yaitu instalasi vertikal dan instalasi horizontal

Macam macam turbin dapat dikategorikan berdasarkan tipe energi yang digunakan untuk menghasilkan daya gerak atau energi. Berbeda dengan jenis genset yang tidak dapat memanfaatkan tenaga alam untuk menghasilkan listrik. Sesuai dengan energi yang digunakan ada 4 jenis turbin.

1. Turbin Uap

Turbin uap menggunakan media uap air sebagai fluida kerjanya. Banyak digunakan untuk pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan bahan bakar batubara, solar, atau tenaga nuklir. Prinsip dari turbin ini adalah untuk mengkonversi energi panas dari uap air menjadi energi gerak yang bermanfaat berupa putaran rotor.

2. Turbin Air

Dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator

Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. gaya jatuh air yang mendorong baling-baling menyebabkan turbin berputar. Turbin air kebanyakan seperti kincir angin, dengan menggantikan fungsi dorong angin untuk memutar baling-baling digantikan air untuk memutar turbin. Perputaran turbin ini di hubungkan ke generator.

3. Turbin Angin

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan Windmill. Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Contoh: PLTD, PLTU, dll), turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbaharui (Contoh : batubara, minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik.

4. Turbin Gas

Turbin gas adalah suatu penggerak mula yang memanfaatkan gas sebagai fluida kerja. Didalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik berupa putaran yang menggerakkan roda turbin sehingga menghasilkan daya. Bagian turbin yang berputar disebut rotor atau roda turbin dan bagian turbin yang diam disebut stator atau rumah turbin. Rotor memutar poros daya yang menggerakkan beban (generator listrik, pompa, kompresor atau yang lainnya). Turbin gas merupakan salah satu komponen dari suatu sistem turbin gas. Sistem turbin gas yang paling sederhana terdiri dari tiga komponen yaitu kompresor, ruang bakar dan turbin gas.

III. Jenis dan spesifikasi Generator yang digunakan di WHW

Generator yang digunakan di whw ada dua jenis yaitu generator turbin uap dan generator diesel, berikut penjelasan dari spesifikasi dan fungsi dari masing-masing generator tersebut.

1. Generator Turbin Uap



Gambar.1 generator turbin uap

Generator Turbin Uap merupakan sebuah generator yang penggerak poros utamanya menggunakan turbin yang digerakan oleh steam/uap bertekanan tinggi yang dihasilkan boiler. Generator turbin uap ini yang menjadi sumber utama pemasok listrik yang digunakan di WHW ini, Generator yang digunakan di WHW menggunakan dua tipe yaitu tipe **KONDENSAT** dan **BACKPRESS**.

Perbedaan antara tipe kondensat dan backpress yaitu sebagai berikut :

- Generator tipe Kondensat : pada generator tipe ini steam/uap tekanan tinggi yang digunakan untuk memutar turbin diolah kembali dengan dikondensasikan (proses pengubahan uap menjadi air) kemudian air tersebut akan didinginkan pada cooling tower dan akan disirkulasikan kembali sebagai pendingin generator itu sendiri dan peralatan-peralatan lainnya.
- Generator tipe Backpress : pada generator ini tidak hanya menghasilkan listrik sebagai sumber utama saja tetapi juga menghasilkan steam, steam yang digunakan untuk memutar turbin disini tidak diolah lagi menjadi air akan tetapi steam tersebut akan diteruskan dan dikirim ke bagian produksi di pabrik alumina melalui jalur-jalur pipa steam.

Berikut spesifikasi generator yang ada di WHW.

	Generator #1,#4	Generator #2,#3,#5,#6
Tipe	Kondensat	Backpress
Daya (MW)	30 MW	30 MW
Frekuensi (HZ)	50 HZ	50 HZ
Nilai kecepatan (rpm)	3000 rpm	3000 rpm
Nilai Tegangan (KV)	10.5 KV	10.5 KV
Nilai Arus Listrik (A)	2062 A	2062 A
Faktor daya (cos phi)	0.8	0.8
Koneksi	Y	Y
Tingkat Insulasi	F	F

2. Generator Set (genset)



Gambar.2 generator diesel

Generator set (genset) merupakan suatu peralatan penghasil tenaga listrik dimana penggerak utamanya menggunakan mesin diesel dan minyak solar sebagai bahan bakarnya. Genset ini terdiri atas mesin engine (motor Penggerak) dan juga Generator / alternator yang berupa gulungan kawat yang dibuat dari tembaga yang terdiri atas kumparan statis atau stator dan dilengkapi pula dengan kumparan berputar atau rotor. Fungsi utama generator set ini sebagai tenaga utama dalam proses pembangkitan generator saat komisioning dan pada saat semua generator utama mengalami mati total. Genset ini yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam proses pemasakan tungku boiler yang akan menghasilkan steam yang nantinya akan digunakan untuk menggerakkan turbin sebagai penggerak generator.

Berikut spesifikasi generator set yang ada di WHW.

	Genset1-3
Daya (MW)	2 MW
Frekuensi (HZ)	50 HZ
Nilai kecepatan (rpm)	1500 rpm
Nilai Tegangan (KV)	10.5 KV
Nilai Arus Listrik (A)	137 A
Faktor daya (cos phi)	0.8
Koneksi	Y
Tingkat Insulasi	H

3. Tingkat Insulasi

Tingkat insulasi adalah suhu panas yang dapat ditoleransi oleh bahan isolasi kawat gulungan elektron motor.

Nilai tabel tingkat insulasi

Tingkat insulasi	Temperature dan kenaikan temperature °C					
	Winding Stator		Winding Rotor		Iron Core Stator	
	T	Q	T	Q	T	Q
A	105	70	105	70	105	70
E	120	85	120	85	120	85
B	130	95	130	95	130	95
F	140	105	140	140	140	140
H	165	130	165	165	165	165

Keterangan :

T = Temperature

Q = Kenaikan temperature (dengan ketentuan nilai standar pada suhu lingkungan 35°C)

MATERI 2

SISTEM EKSITASI GENERATOR

I. Pengertian

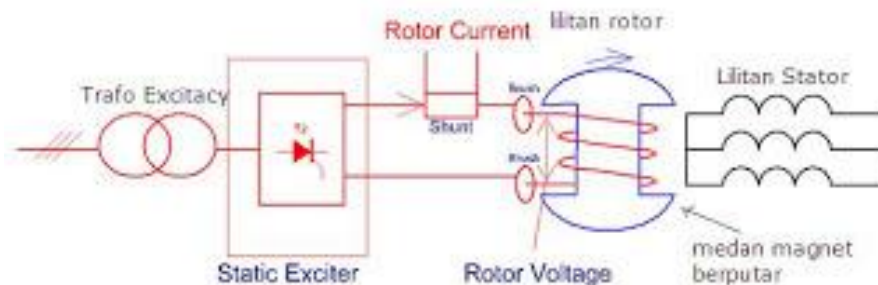
Sistem Eksitasi adalah sistem pasokan listrik DC (arus searah) sebagai penguat pada generator listrik atau sebagai pembangkit medan magnet, sehingga suatu generator dapat menghasilkan energi listrik dengan besaran keluaran generator bergantung pada besarnya arus eksitasinya. Sistem ini merupakan sistem yang vital pada proses pembangkitan listrik. Pada generator dengan sistem eksitasi, besar tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator sebanding dengan besar arus eksitasi yang dibangkitkan. Maka jika arus eksitasi sama dengan nol maka tegangan listrik juga sama dengan nol.

II. Klasifikasi Sistem Eksitasi

Sistem eksitasi pada generator dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. Sistem Eksitasi dengan sikat (brush eksitasi)

Pada Sistem Eksitasi menggunakan sikat, sumber tenaga listriknya berasal dari generator arus searah (DC) atau generator arus bolak balik (AC) yang disearahkan terlebih dahulu dengan menggunakan rectifier. Jika menggunakan sumber listrik yang berasal dari generator AC atau menggunakan Permanent Magnet Generator (PMG) medan magnetnya adalah magnet permanent. Dalam rectifier, tegangan listrik arus bolak balik diubah atau disearahkan menjadi tegangan arus searah untuk mengontrol kumparan medan eksiter utama (main exciter). Untuk mengalirkan arus Eksitasi dari main exciter ke rotor generator menggunakan slip ring dan sikat arang, demikian juga penyaluran arus yang berasal dari pilot exciter ke main exciter.



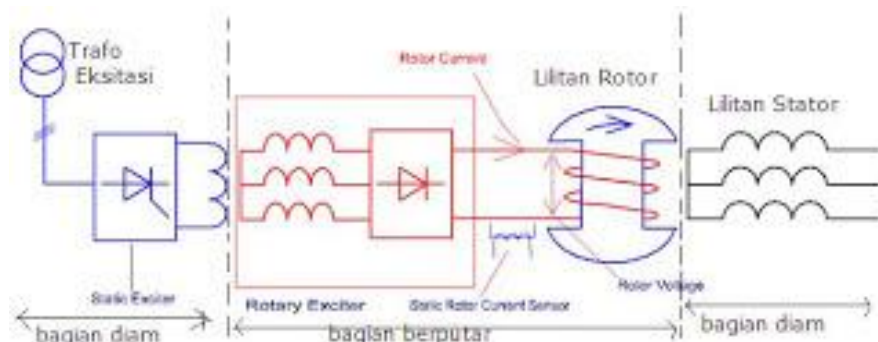
Gambar 1. Sistem Eksitasi dengan sikat (Brush Excitation).

2. Sistem Eksitasi tanpa sikat (brushless eksitasi)

Penggunaan sikat atau slip ring untuk menyalurkan arus excitasi ke rotor generator mempunyai kelemahan karena besarnya arus yang mampu dialirkan pada sikat arang relatif kecil. Untuk mengatasi keterbatasan sikat arang, digunakan sistem eksitasi tanpa menggunakan sikat (brushless excitation).

Keuntungan sistem eksitasi tanpa menggunakan sikat (brushless excitation), antara lain adalah:

- Energi yang diperlukan untuk Eksitasi diperoleh dari poros utama (main shaft), sehingga keandalannya tinggi
- Biaya perawatan berkurang karena pada sistem Eksitasi tanpa sikat (brushless excitation) tidak terdapat sikat dan slip ring.
- Pada sistem Eksitasi tanpa sikat (brushless excitation) tidak terjadi kerusakan isolasi karena melekatnya debu karbon pada farnish akibat sikat arang.
- Selama operasi tidak diperlukan pengganti sikat, sehingga meningkatkan keandalan operasi dapat berlangsung terus pada waktu yang lama.

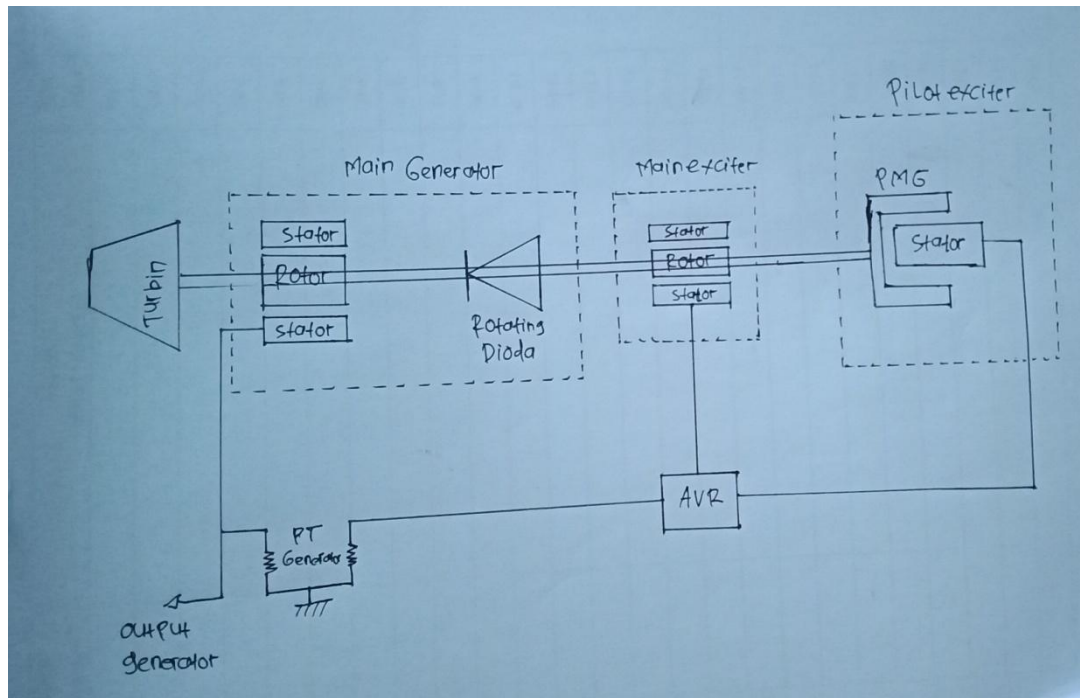


Gambar 2 Sistem Eksitasi tanpa sikat (Brushless Excitation)

Pada Sistem Eksitasi tanpa sikat (brushless), sumber tenaga listriknya berasal dari generator arus searah (DC) atau generator arus bolak balik (AC) yang disearahkan terlebih dahulu dengan menggunakan rectifier yang terdapat didalam AVR. Bagian AVR ini yang akan memasok sumber arus DC yang akan menginduksikan stator pada main eksiter yang kemudian akan disearahkan lagi menggunakan dioda yang berputar keluaran dari dioda tersebut akan menginduksikan arus DC ke rotor pada main generator.

III. Jenis Sistem eksitasi yang ada di WHW dan spesifikasi yang digunakan

Didalam pembangkit WHW sistem eksitasi yang digunakan adalah sistem eksitasi tanpa sikat (brushless eksitasi), berikut skema dasar dari proses pembangkitan tenaga listrik pada generator dan juga spesifikasi komponen-komponen pendukungnya yang terdapat di WHW.



Gambar 3 skema pembangkitan listrik pada generator

Skema gambar diatas merupakan sistem pembangkitan tenaga listrik pada generator, dimana pada generator tersebut poros penggerak utamanya menggunakan turbin yang diputar oleh steam/uap yang dihasilkan dari pembakaran di boiler. Pada gambar tersebut turbin terkopel dengan poros generator yang dimana pada ujung poros generator tersebut terpasang permanent magnet generator (PMG). Dimana PMG tersebut akan berputar sehingga terjadi perpotongan garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar (stator) tersebut akan menimbulkan ggl (gaya gerak listrik) yang akan membangkitkan tegangan AC. Kemudian tegangan AC tersebut akan disearahkan dan dikuatkan oleh AVR untuk memasok arus DC yang akan diinduksikan ke stator pada main eksiter, pada poros yang berputar terdapat rotor yang berupa lilitan yang nantinya akan menimbulkan gaya gerak listrik dan akan menghasilkan tegangan AC kemudian akan disearahkan lagi oleh rotating dioda untuk diinduksikan ke rotor pada main generator. Pada main generator nantinya akan menghasilkan berupa tegangan AC. Fungsi AVR disini sangat penting untuk menjaga kestabilan tegangan yang dihasilkan oleh main generator agar sesuai dengan kebutuhan yaitu 10.5 KV (kebutuhan listrik pada WHW).

Berikut tabel spesifikasi dari PMG dan Exciter yang ada di WHW

- Spesifikasi PMG (permanent Magnet Generator)

Kapasitas Nilai	7480 W
Tegangan Terukur	287.5 V
Faktor daya	0.9
Frekuensi	350 HZ
Metode koneksi	Y
Arus Terukur	15 A
Kecepatan	3000 Rpm
Kelas Isolasi	F

- Spesifikasi Exciter

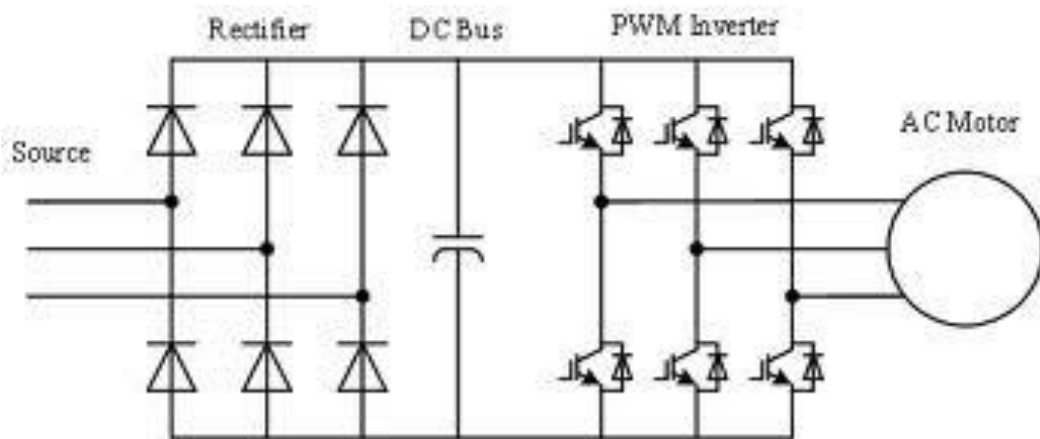
Kapasitas Nilai	116 KW
Tegangan Terukur	203 V
Faktor daya	0.89
Frekuensi	100 HZ
Metode koneksi	Y
Arus Terukur	370 A
Kecepatan	3000 Rpm
Kelas Isolasi	F
Tegangan Eksitasi	122 V
Arus Eksitasi	8.5 A

MATERI 3

INVERTER

I. Pengertian

Inverter / variable frequency drive / variable speed drive merupakan sebuah alat pengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai frekuensi dan tegangan yang masuk ke motor. pengaturan nilai frekuensi dan tegangan ini dimaksudkan untuk mendapatkan kecepatan putaran dan torsi motor yang diinginkan atau sesuai dengan kebutuhan. Secara sederhana prinsip dasar inverter untuk dapat mengubah frekuensi menjadi lebih kecil atau lebih besar yaitu dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC kemudian dijadikan tegangan AC lagi dengan frekuensi yang berbeda atau dapat diatur.



Untuk mengubah tegangan AC menjadi DC dibutuhkan penyearah (converter AC-DC) dan biasanya menggunakan penyearah tidak terkendali (rectifier dioda) namun juga ada yang menggunakan penyearah terkendali (thyristor rectifier). Setelah tegangan sudah diubah menjadi DC maka diperlukan perbaikan kualitas tegangan DC dengan menggunakan tandon kapasitor sebagai perata tegangan. Kemudian tegangan DC diubah menjadi tegangan AC kembali oleh inverter dengan teknik PWM (Pulse Width Modulation). Dengan teknik PWM ini bisa didapatkan amplitudo dan frekuensi keluaran yang diinginkan. Selain itu teknik PWM juga menghasilkan harmonisa yang jauh lebih kecil dari pada teknik yang lain serta menghasilkan gelombang sinusoidal, dimana kita tahu kalau harmonisa ini akan menimbulkan rugi-rugi pada motor yaitu cepat panas. Maka dari itu teknik PWM inilah yang biasanya dipakai dalam mengubah tegangan DC menjadi AC.

Memang ada banyak cara untuk mengatur/mengurangi kecepatan motor seperti dengan gearbox / reducer. Namun mengatur kecepatan motor dengan inverter akan memperoleh banyak keuntungan yang lebih bila dibandingkan dengan cara-cara yang lain. Seperti : jangkauan yang luas untuk pengaturan kecepatan dan torsi motor, mempunyai akselerasi dan deselerasi yang dapat diatur, mempermudah proses monitoring/pengecekan, sistem proteksi motor yang baik, mengurangi arus starting motor dan menghemat pemakaian energi listrik, memperhalus start awal motor.

Jenis-jenis Inverter DC ke AC

Berdasarkan jumlah fasa output inverter dapat dibedakan dalam :

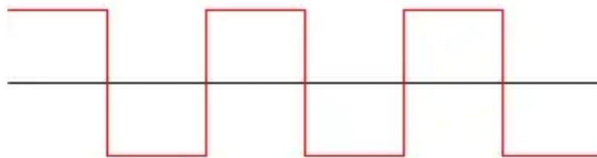
1. Inverter 1 fasa, yaitu inverter dengan output 1 fasa.
2. Inverter 3 fasa, yaitu inverter dengan output 3 fasa.

Inverter juga dapat dibedakan dengan cara pengaturan tegangan-nya, yaitu :

1. Voltage Fed Inverter (VFI) yaitu inverter dengan tegangan input yang diatur konstan
2. Current Fed Inverter (CFI) yaitu inverter dengan arus input yang diatur konstan
3. Variable dc linked inverter yaitu inverter dengan tegangan input yang dapat diatur

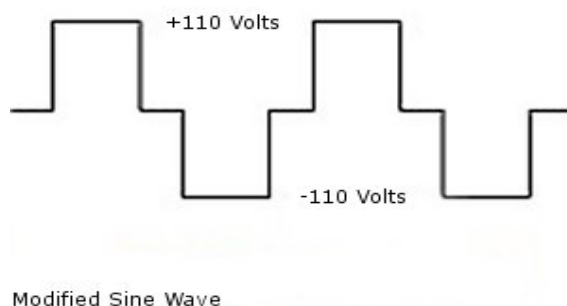
Berdasarkan gelombang keluaran yang dihasilkan, inverter dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu

1. Square Wave I



inverter ini adalah yang paling sederhana, inverter jenis ini dapat menghasilkan tegangan 220 VAC, 50 Hz namun kualitasnya sangat buruk. Sehingga dapat digunakan pada beberapa alat listrik saja. Hal ini disebabkan karena karakteristik output inverter ini adalah memiliki level “total harmonic distortion” yang tinggi. Mungkin karena alasan itu inverter ini disebut “dirty power supply”.

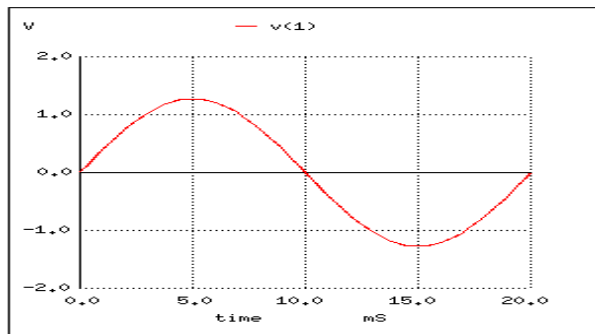
2. Modified Sine



Wave Modified Sine Wave disebut juga “Modified Square Wave” atau “Quasy Sine Wave” karena gelombang modified sine wave hampir sama dengan square wave, namun pada modified sine wave outputnya menyentuh titik 0 untuk beberapa saat sebelum pindah ke positif atau negatif. Selain itu karena modified sine wave mempunyai harmonic distortion

yang lebih sedikit dibanding square wave maka dapat dipakai untuk beberapa alat listrik seperti computer, tv, lampu namun tidak bisa untuk beban-beban yang lebih sensitive.

3. Pure Sine



Wave Pure Sine Wave atau true sine wave merupakan gelombang inverter yang hampir menyerupai (bahkan lebih baik dibandingkan dengan gelombang sinusoida sempurna pada jaringan listrik dalam hal ini PLN. Dengan total harmonic distortion (THD) < 3% sehingga cocok untuk semua alat elektronik. Oleh sebab itu inverter ini juga disebut “clean power supply”. Teknologi yang digunakan inverter jenis ini umumnya disebut pulse width modulation (PWM) yang dapat mengubah tegangan DC menjadi AC dengan bentuk gelombang yang hampir sama dengan gelombang sinusoida.

Kelebihan dan Kekurangan dari Inverter dan UPS (Uninterruptible Power Switch)

Kelebihan Inverter :

- Arus listrik menjadi efisien

Perangkat inverter energi listrik yang khas atau mungkin sirkuit membutuhkan DC sumber energi stabil yang cukup stabil untuk menyediakan arus yang efisien untuk memberikan arus yang cukup untuk kebutuhan daya yang dikembangkan dari sistem Anda.

- Penggunaannya mudah

Kelebihan dari inverter juga menjadi solusi yang pas dan tepat dipilih untuk rumah tangga maupu industri. Inverter memberikan tenaga listrik yang tidak berpolusi dan berisik seperti diesel. Selain itu, penggunaan inverter juga tidak membuat repot penggunanya.

Kekurangan Inverter :

- Bergantung pada kapasitas

Jadi meskipun PLN memadamkan listrik untuk waktu yang lama, itu tidak akan menjadi masalah bagi kami. Akan tetapi daya yang dihasilkan oleh inverter semua bergantung pada kapasitas inverter rumah dan penggunaan listrik. Karena menggunakan inverter dan baterai, kapasitas baterai juga menjadi penentu durasi penerangan akan berlangsung.

Kelebihan UPS :

- Menyediakan listrik darurat

Kelebihan dari UPS ialah dapat menghadirkan sesegera mungkin listrik darurat untuk mengatasi kejadian yang tidak terduga. Semisalnya ketika pemadaman listrik, maka UPS akan menyediakan tenaga alternatif untuk memungkinkan penggunaanya dapat menyimpan berbagai aktivitasnya sebelum perangkat mati total.

- Sering digunakan untuk sistem komputerisasi

Terlepas dari pemadaman listrik yang berkepanjangan, banyak tujuan lain dari UPS yakni dapat dengan mudah bertahan pada beberapa kondisi rusak, namun banyak dipergunakan dalam berbagai hal, misalnya, proses bisnis atau bahkan komputer dan sistem komunikasi, untuk cadangan sumber daya.

Kekurangan UPS :

- Hanya memberikan daya sesaat saja

Kekurangan dari UPS ialah perangkat ini hanya menyediakan daya untuk beberapa saat saja. Dengan demikian pengguna harus cepat mematikan komputer ketika terjadi pemadaman listrik. Karena kegunaan UPS ini, hanya memberikan daya sementara untuk memberikan waktu penggunaanya dalam menyimpan beberapa aktivitas komputerisasi yang ia lakukan.

- Menghasilkan panas yang cukup tinggi

Selain itu kekurangan lain dari UPS ialah mampu menghasilkan panas yang cukup tinggi. Panas yang cukup tinggi ini akan memberikan risiko yang tidak menguntungkan bagi penggunaanya. Selain itu efisiensinya rendah dan harganya lebih mahal.

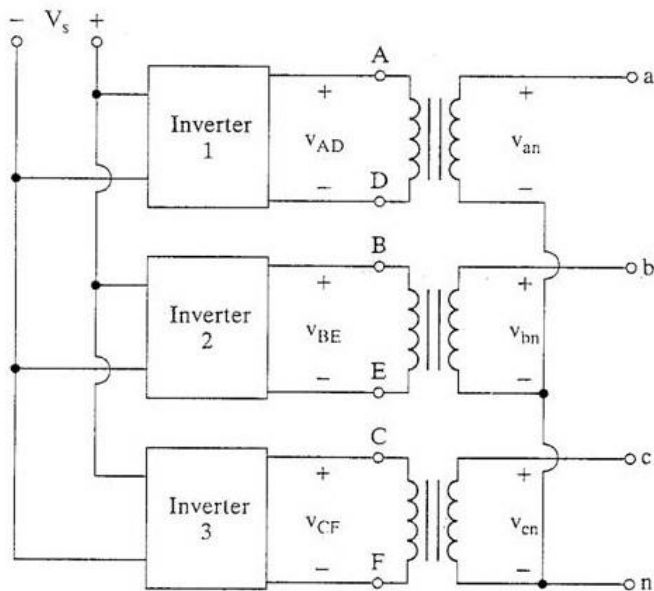
II. Inverter yang ada di WHW

Berikut adalah gambar dari inverter yang ada di WHW yang digunakan pada peralatan-peralatan pada motor Feed Water Pump, Induced Drive Fan, Primary Air Fan dan Secondary Air Fan.



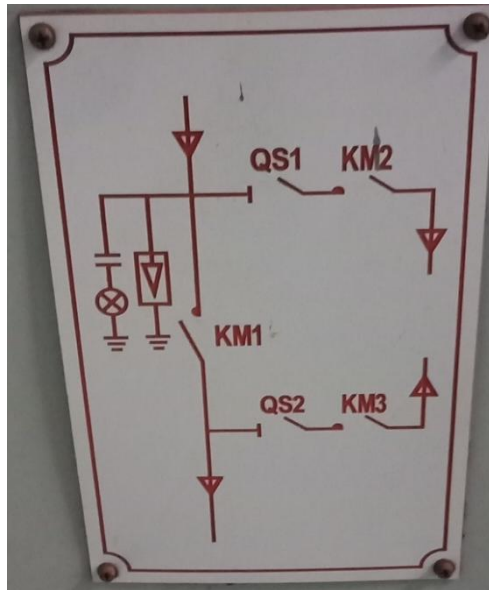
Gambar Inverter

Inverter tersebut merupakan inverter 3 fasa, dimana tegangan keluaran berupa tegangan bolak-balik (AC) 3 fasa. Sebuah rangkaian dasar inverter 3 fasa tunggal sederhana terdiri dari 3 buah inverter 1 phase dengan menggunakan mosfet daya (power mosfet) sebagai sakelar diperlihatkan pada gambar dibawah. Tegangan suplai merupakan sumber DC dengan tegangan sebesar V_s , dengan titik netral merupakan titik hubung dari titik bintang (Y) pada beban. Berikut diagram blok dari inverter 3 fasa



Gambar diagram blok inverter 3 fasa

III. Rangkaian inverter



Gambar diagram sistem inverter

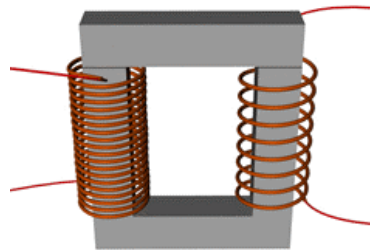
Gambar diatas merupakan rangkaian sistem inverter dengan sumber tegangan input 3 phasa sebesar 10.5 KV dan terdapat 3 kontaktor yaitu KM1, KM2, dan KM3. Dimana KM1 berfungsi sebagai kontaktor bypass yang langsung terhubung ke motor sebagai backup ketika dalam inverter mengalami gangguan. Dan juga terdapat 2 pisau DS yaitu QS1 dan QS2. Jalur sistem listrik pada rangkaian tersebut yaitu dari sumber utama 10 KV listrik akan masuk melalui QS 1 yang telah terhubung kemudian ada kontaktor KM2 sebagai saklar otomatis yang akan menghubungkan langsung ke dalam peralatan inverter. Kemudian keluaran inverter akan di teruskan melalui KM3 dan QS1 sebelum masuk ke motor. Dan perlu diingat untuk pengoperasian QS1 dan QS2 harus dalam kondisi tidak berbeban atau KM2 dan KM3 harus dalam kondisi terputus, selain itu untuk pengoperasian mematikan maka QS2 harus terlebih dahulu dilepaskan sebelum QS1 dan untuk menghidupkan sebaliknya QS1 dihubungkan terlebih dahulu sebelum QS2.

MATERI 4

TRANSFORMATOR (TRAFO)

I. Pengertian

Trafo (transformator) adalah sebuah alat untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC. Trafo (Transformator) dapat ditemukan di mana-mana dibanyak peralatan listrik sekitar kita. Tanpa trafo (transformator) kita tidak dapat menggunakan sebagian besar peralatan listrik kita. Sebuah trafo (transformator) memiliki dua kumparan yang dinamakan kumparan primer dan kumparan sekunder. Trafo (transformator) dirancang sedemikian rupa sehingga hampir seluruh fluks magnet yang dihasilkan arus pada kumparan primer dapat masuk ke kumparan sekunder. Bentuk trafo (transformator) hampir sama dengan cincin induksi Faraday, terdiri dari dua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada inti besi secara terpisah.



Gambar tranformator (Trafo)

Cara kerja Trafo (Transformator) sama dengan prinsip induksi lektromagnet. Di mana arus bolak-balik yang melalui konduktor (kumparan kawat) akan menimbulkan medan magnet. Medan magnet yang ada pada kumparan pertama secara otomatis menginduksi kumparan kedua. Kumparan pertama dari sumber arus bolak-balik disebut kumparan primer. Sedangkan kumparan kedua tempat terjadinya induksi arus disebut kumparan sekunder. Arus induksi pada kumparan sekunder selalu mengalir dengan arah berlawanan dengan kumparan primer.

Perbandingan lilitan pada trafo (transformator) adalah perbandingan jumlah lilitan trafo (transformator) pada kumparan sekunder (N_s) dengan jumlah lilitan pada kumparan primer (N_p) trafo (transformator). Dirumuskan:

$$n = N_s/N_p$$

Perbandingan jumlah lilitan primer dengan sekunder pada trafo (transformator) menentukan perbandingan tegangan primer (input) dan sekunder (output). Untuk menentukan berapa penurunan atau kenaikan tegangan yang kita inginkan, dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_s/N_s &= V_p/N_p \\ \text{atau} \\ V_p/V_s &= N_p/N_s \end{aligned}$$

Keterangan :

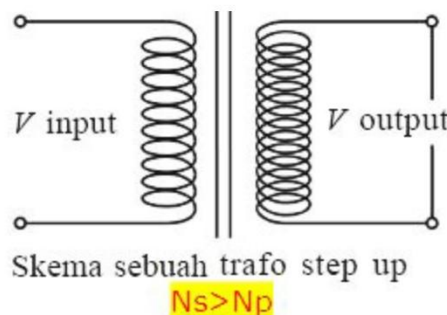
- V_s = tegangan primer (input) (Volt)
- N_s = jumlah lilitan pada kumparan primer (input)
- V_p = tegangan sekunder (output) (volt)
- N_p = jumlah lilitan pada kumparan sekunder (output)

II. Jenis-jenis Transformator

Secara umum, jenis-jenis trafo yang paling sering digunakan pada rangkaian elektronika terbagi menjadi dua yaitu :

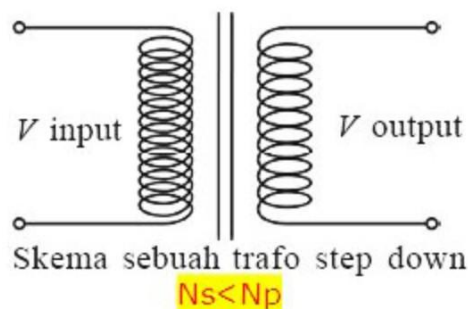
1. Trafo Step-Up

Trafo step-up adalah jenis trafo yang berfungsi untuk menaikkan tegangan. Pada trafo step-up jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak daripada lilitan kumparan primer. Trafo step-up dapat dijumpai di jaringan-jaringan pembangkit listrik.



2. Trafo Step-Down

Trafo step-down adalah jenis trafo yang berfungsi untuk menurunkan tegangan. Pada trafo step-down jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada lilitan kumparan sekunder.



III. Jenis-Jenis Transformator dan kapasitasnya yang ada di WHW

Penggunaan transformator di WHW sendiri ada yang jenis step-up dan step-down, dimana trafo-trafo yang step-down digunakan untuk ruang distribusi 400 V dan untuk trafo step-up digunakan pada peralatan yang ada di esp (Electro Static Precipitator) yang mengubah tegangan AC 400 V menjadi DC 72 KV.



Gambar trafo Step UP (Trafo HV pada ESP)



Gambar trafo Step Down (trafo Distribusi 400 V)

Berikut tabel kapasitas pada trafo-trafo step-down yang ada di WHW.

Nama	Kapasitas (KVA)
Trafo Ruang section 1	2000 KVA
Trafo Ruang section 2	2000 KVA
Trafo Ruang section 3	2000 KVA
Trafo Ruang section Spare	2500 KVA
Trafo Ruang ESP section 1 dan 2	1600 KVA
Trafo Ruang batu bara section 1 dan 2	1000 KVA
Trafo Ruang WTP section 1,2 dan 3	3150 KVA

Semua trafo-trafo tersebut menggunakan metode pendingin ANAF (Air Natural/Air Force) sistem ini media pendinginnya menggunakan udara sekitar sebagai pendinginnya dan juga kipas yang terpasang pada peralatan. Selain itu juga ada metode-metode lain dalam sistem pendingin pada trafo yaitu ONAN (Oil Natural Air Natural) dan ONAF (Oil Natural Air Force) pada kedua metode tersebut sistem pendinginnya masih menggunakan oil/minyak sebagai pendinginnya.

Pada peralatan trafo juga terdapat tapping berupa nomor-nomor yang berfungsi untuk mengatur tegangan inputan dan tegangan keluaran pada peralatan trafo berikut tabel tapping pada peralatan trafo.

Tapping	Voltage	
	High Voltage (V)	Low Voltage (V)
5-6	10500	400
4-6	10250	
4-7	10000	
3-7	9750	
3-8	9500	

MATERI 5

RANGKAIAN SISTEM DOL (Direct On-Line) DAN STAR-DELTA PADA MOTOR

Setiap motor mempunyai sistem rangkaian untuk memasok sumber listrik ke motor sebagai tenaga penggerak motor itu sendiri, disini ada dua jenis rangkaian yang sering digunakan dalam sebuah motor yaitu :

1. RANGKAIAN DOL (DIRECT ONLINE)

Direct Online adalah teknik yang memungkinkan kita untuk start/stop motor melalui suatu rangkaian kontrol, atau bisa disebut sebagai Rangkaian Pengunci. karena rangkaian DOL berfungsi untuk menjaga agar arus listrik tetap mengalir pada sebuah rangkaian pengendali. rangkaian DOL adalah rangkaian yang paling dasar/ sederhana saat mempelajari SISTEM PENGENDALI.

pada rangkaian DOL dibagi atas dua rangkaian:

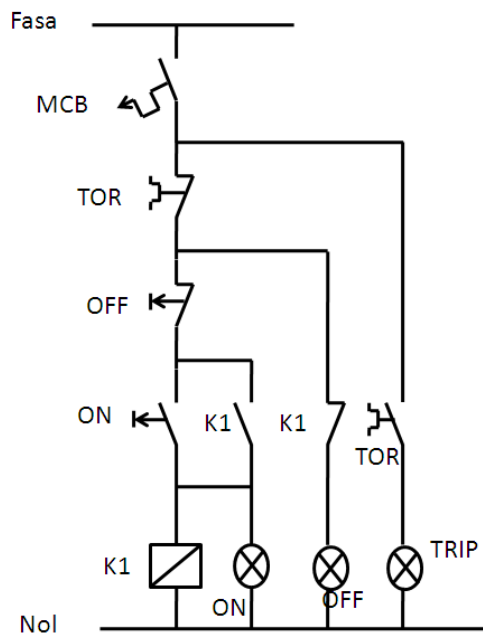
a. Rangkaian daya

Pada rangkaian daya anda akan menemukan komponen utama yang akan mengalirkan daya dari sumber ke beban yaitu motor. Mengalir atau tidaknya daya untuk motor ini diatur oleh rangkaian kontrol.

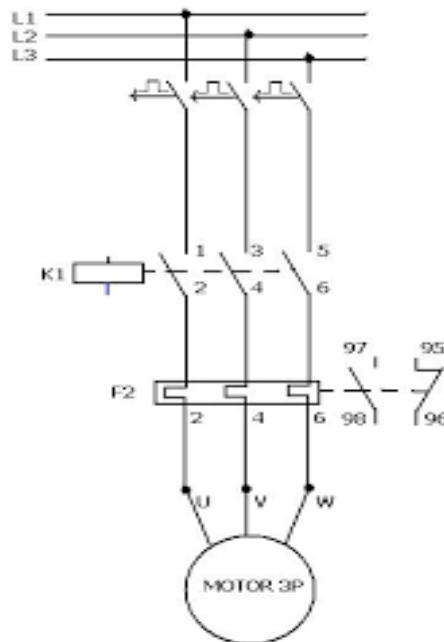
b. Rangkaian kontrol

Kontrol ini bekerja melalui sebuah device listrik yang disebut dengan kontaktor yang akan memutuskan/mengalirkan daya dari sumber ke motor melalui anak-anak kontakannya. Biasanya kontak yang digunakan adalah jenis normal terbuka atau Normally Open yang sering disingkat dengan NO).

- Kelebihan Rangkaian Direct Online DOL
 1. Mudah digunakan dan paling ekonomis.
 2. Rangkaian kontrol yang mudah dibuat.
 3. Mudah dalam troubleshooting.
- Kekurangan Rangkaian Direct Online DOL
 1. Arus awal motor tidak berkurang.
 2. Starter Direct ON Line memiliki arus awal sangat tinggi
 3. Motor lebih cepat panas.
 4. Torsi awal yang tinggi saat start awal motor
 5. Starter DOL hanya cocok untuk motor dengan kapasitas kurang dari 10kw.



Gambar rangkaian control



Gambar rangkaian daya

Prinsip Kerja

Pada kondisi normal : kontak bantu kontaktor utama masih dalam kondisi normalnya yaitu terbuka normali open (NO). Pada kondisi start/normali close (NC) : saat tombol START ditekan, rangkaian kontrol akan tertutup sehingga akan ada aliran arus ke koil kontaktor utama. Efek elektromagnetis akibat mengalirnya arus ke koil tadi akan menarik kontak bantu sehingga berubah ke kondisi lawannya (terbuka menjadi tertutup dan tertutup menjadi terbuka). cara pemasangannya kontak bantu NO pada kontaktor di pasang paralel dengan kontak NO pada tombol START/PushButton.

Motor akan selalu mendapatkan aliran daya selama rangkaian daya/rangkaian kontrol tertutup yaitu apabila:

- Tombol STOP (termasuk Emergency Stop jika ada) tidak ditekan
- TOR (Thermar overload relay) tidak bekerja (tidak terjadi arus lebih)
- MCB tidak terbuka

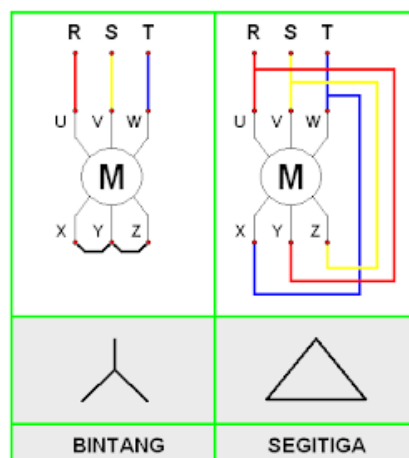
Untuk mengurangi lonjakan arus yang tinggi pada motor listrik maka diperlukan sebuah rangkaian kontrol. Rangkaian Direct Online Stater ini biasanya diaplikasikan di dunia industri seperti pabrik, kebanyakan DOL ini digunakan pada mesin atau kapasitas elektro motornya dibawah 10KW. Jika mesin atau elektro motornya diatas 10kW bisa menggunakan rangkaian star delta stater atau inverter. Rangkaian Direct Online Stater secara umum bekerja langsung memberikan tegangan 380V AC pada elektro motor jadi langsung fullload untuk menggerakan elektro motor. Melalui sebuah rangkaian yang mempunyai pengamanan short circuit dan overload untuk mengamankan sebuah elektro motor tersebut. Sambungan yang

disarankan adalah delta tetapi tergantung pada elektro motor tersebut ada juga yang sambungan bintang (star).

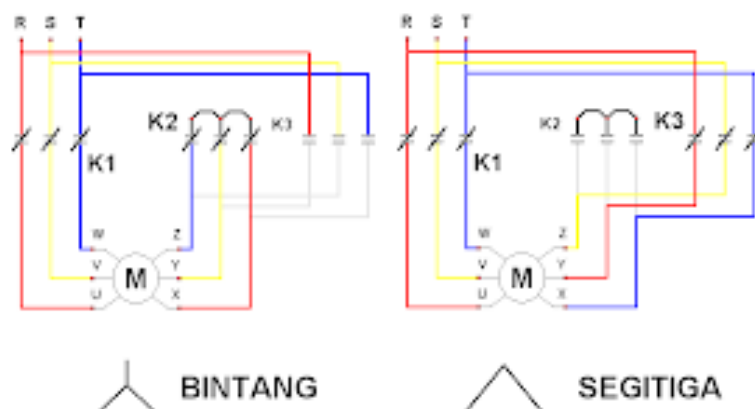
2. RANGKAIAN STAR-DELTA

Rangkaian Star Delta adalah rangkaian yang sering dipakai dalam mengoperasikan sebuah motordengan tiga fasa. Karena rangkaian listrik ini biasanya mampu menyuplai daya listrik yang cukup besar. Star delta biasanya memakai komponen timer. Pada timer biasanya rangkaian ini pakai untuk mengatur waktu berubahnya rangkaian dari star ke delta. Waktu perubahannya pun cukup cepat antara 5 sampai 10 detik. Dalam rangkaian star delta ini juga terdapat sebuah komponen relay jenis termal overload yang berfungsi untuk memotong atau memangkas daya yang berlebihan. Rangkaian listrik yang satu ini ternyata juga memiliki fungsi lain sebagai pengurang jumlah arus yang di gunakan pada saat motor dinyalakan. Karena fungsinya yang cukup untuk menjaga keseimbangan arus listrik inilah yang akhirnya mendukung untuk penggunaannya pada komponen-komponen motor listrik.

Wiring Diagram Star Delta / Bintang Segitiga



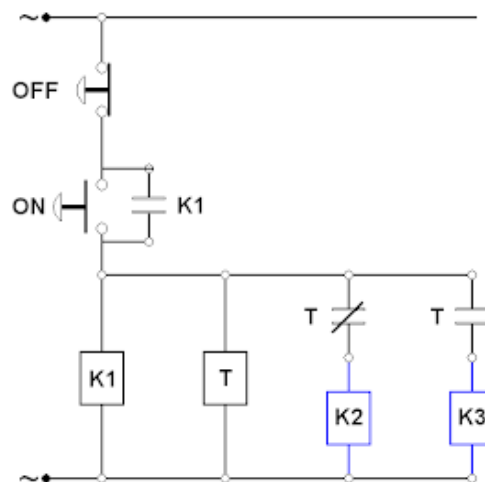
Rangkaian star delta ini diawali dengan hubung star terlebih dahulu, setelah itu baru terhubung delta. Penggambarannya sebagai berikut:



Gambar rangkaian daya

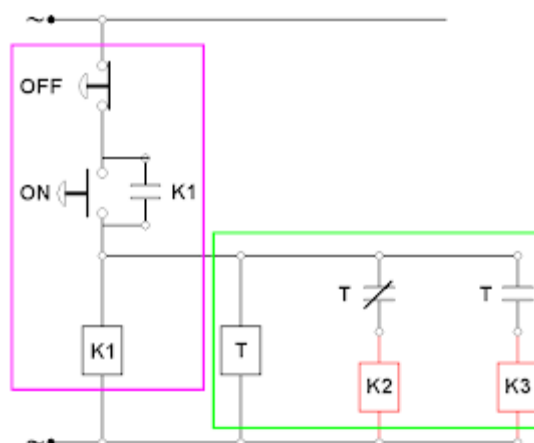
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa wiringstar delta menggunakan 3 buah kontaktor utama yang terdiri dari K1 (input utama) K2 (hubung star) dan K3 (hubung delta). Dan semua itu disebut juga Rangkaian Utama,,

Pada gambar, ketika K1 dan K2 aktif atau berubah menjadi NC maka hubungan yang terjadi pada motor menjadi hubung star, dan ketika K2 menjadi NO maka K3 pada saat yang bersamaan menjadi NC. Dan perubahan ini menyebabkan rangkaian pada motor menjadi hubung delta.



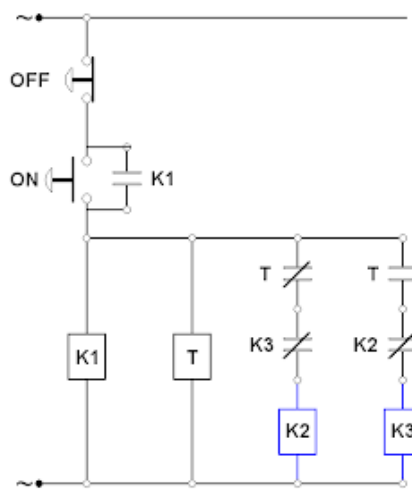
Gambar rangkaian control

Gambar diatas adalah gambar rangkaian control star delta yang merupakan perpaduan antara interlock kontaktor dan fungsi NO (normali open) dan NC (normali close) dari timer. Perhatikan sekali lagi gambar di bawah ini, yang merupakan penjelasan dari gambar diatas.

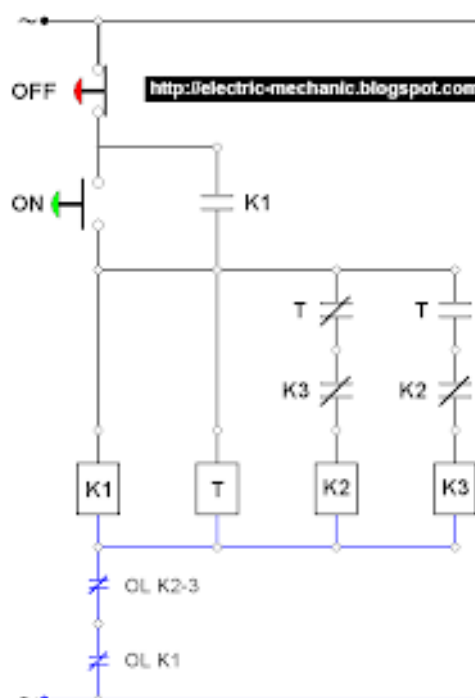


Pada kotak yang berwarna **pink** adalah wiring diagram dari interlock **kontaktor**, dan kotak yang berwarna **hijau** adalah kerja dan fungsi dari NO dan NC pada **timer**. Ketika tombol ON ditekan maka K1 akan bekerja, begitu juga T dan K2 (hubung star). Dalam hal ini K2 akan langsung bekerja karena terhubung pada NC dari T, disaat bersamaan T akan

Sebagai finalisasi wiring diagram rangkaian star delta ini, maka ditambahkan NC pada K2 dan K3 yang saling bertautan pada masing masing kontaktornya. Arus listrik akan mengalir terlebih dahulu pada NC K3 sebelum masuk koil K2, begitu juga sebaliknya. Hal ini semata-mata untuk menghindari terjadinya kedua kontaktor itu bekerja secara bersamaan bila terjadi hubung singkat, yang bisa menyebabkan kerusakan pada **Rangkaian Utamanya**, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar dibawah ini adalah gambar wiring diagram rangkaian star delta setelah terpasang overload, merujuk dari gambar diatas.



MATERI 6

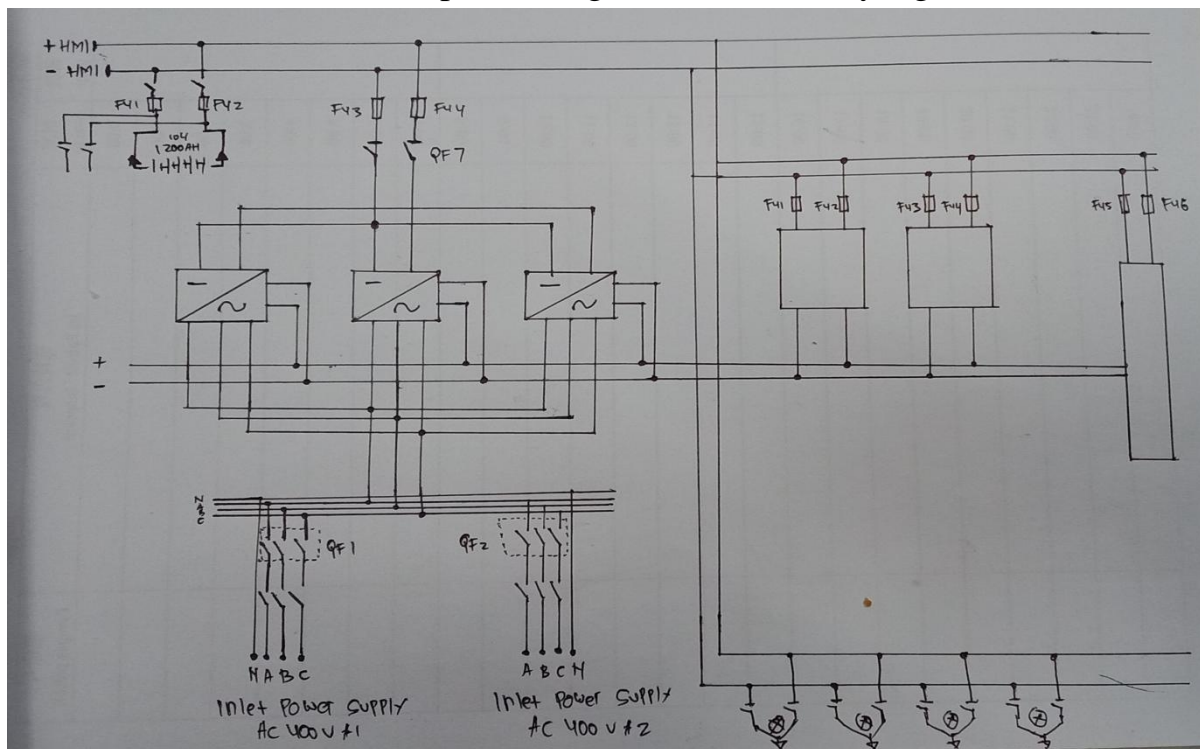
SISTEM FEEDER DC

I. Pengertian

DC (Direct Current) adalah aliran elektron yang mengalir dari titik yang energi potensialnya tinggi ke titik yang energi potensialnya lebih rendah. Arus DC ini sering digunakan pada peralatan-peralatan rumah, seperti untuk lampu dan peralatan-peralatan elektronik lainnya. Pada pembahasan kali ini yang akan dibahas adalah sistem feeder DC yang ada di perusahaan WHW ini khususnya di power plant. Sistem feeder merupakan sistem pembagi energi listrik yang disupply ke berbagai peralatan yang ada.

II. GAMBAR RANGKAIAN SISTEM FEEDER DC

Gambar dibawah ini merupakan rangkaian feeder DC yang ada di WHW



Pada gambar diatas suply utama untuk sistem feeder DC berasal dari 400 V sec II dan III, dimana arusnya merupakan tegangan AC 380 V 3 phasa yang nantinya akan disearahkan dengan rectifier menjadi tegangan DC 220 V. Tegangan DC inilah yang akan dibagi keperalatan-peralatan yang membutuhkan tegangan DC seperti untuk penerangan, sistem ruang monitor dan juga untuk peralatan-peralatan lainnya. Selain itu tegangan DC ini juga akan melakukan pengisian pada battery yang nantinya akan digunakan sebagai tenaga cadangan ketika mengalami black out/mati total. Battery ini juga yang berfungsi sebagai penggerak motor DC oil Pump ketika terjadi black out untuk menjaga supply oil ke turbin agar peralatan poros tidak aus atau patah.

Dalam pengoperasian sistem DC ini ada aturannya, yaitu sebagai berikut :

1. Saat sistem DC sedang beroperasi harus menjaga busbar DC tidak terputus
2. Dua set perangkat discharge/pengisi dilarang beroperasi secara paralel dalam jangka waktu yang lama
3. Dua unit battery dilarang beroperasi secara paralel

Battery merupakan perangkat yang terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia dengan koneksi eksternal yang disediakan untuk memberi daya pada peralatan listrik. Battery disini digunakan sebagai supply sumber listrik DC cadangan ketika sumber utama mengalami gangguan. Berikut hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemeriksaan battery :

1. Periksa permukaan battery bersih dari debu dan kotoran
2. Periksa kabel penyambung battery tidak ada yang longgar dan tidak ada tanda panas yang berlebih
3. Periksa batteri tidak bocor dan mengembung
4. Periksa voltage setiap battery apakah normal
5. Periksa pada panel charging battery apakah normal

Kelebihan pengoperasian battery ini yaitu

1. battery selalu dalam keadaan penuh, kapasitas dapat digunakan secara maksimal
2. saat pengoperasian normal, tegangan busbar DC adalah konstan tidak perlu mengatur tegangan
3. memiliki fungsi self-discharge, sehingga memperpanjang usia battery
4. tidak perlu sering di charge-kosongkan, pengoperasian simple dan tingkat keamanan tinggi.

Battery perlu untuk dicharge lama jika terjadi keadaan berikut ini :

1. Battery yang baru diinstal atau mengalami perbaikan besar
2. Dalam jangka waktu 3 bulan battery tidak digunakan maka perlu untuk dicharge
3. Saat pemeriksaan bulanan operasional, voltage floating charge nilainya kurang dari 2.18 V per battery
4. Discharge listrik mengeluarkan kapasitas diatas 5%



Gambar battery



Gambar charging panel

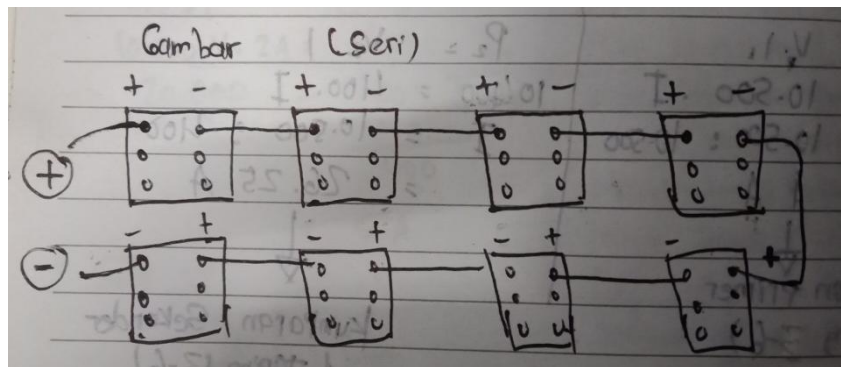
Battery yang ada disini memiliki jumlah total 104 buah battery per line dan ada dua line battery yang terpasang dengan kapasitas per battery adalah sebagai berikut :

Tegangan per battery (V)	2.25 V
Kapasitas Battery (A)	1200 Ah
Tegangan Total battery	234 V

Pedoman Inspeksi Battery DC

Item pemeriksaan	Nilai standart
Suhu ruangan dan kelembaban terjaga	20 °C - 30 °C
Konektor kabel antar battery normal	Tidak longgar
Tegangan battery dipemeriksaan mikrokomputer battery	2 V DC
AC ruangan battery normal	25 °C
Kondisi casing battery normal	Tidak retak dan perubahan bentuk
Terminal atau safety valve normal	Tidak mengeluarkan asap

Dalam rangkaian battery terdapat dua rangkaian yaitu rangkaian seri dan paralel, untuk rangkaian battery yang ada disini menggunakan rangkaian seri berikut gambar skema dari rangkaian seri dan paralel pada battery.



Gambar rangkaian seri

Dalam rangkaian seri memiliki ketentuan sebagai berikut :

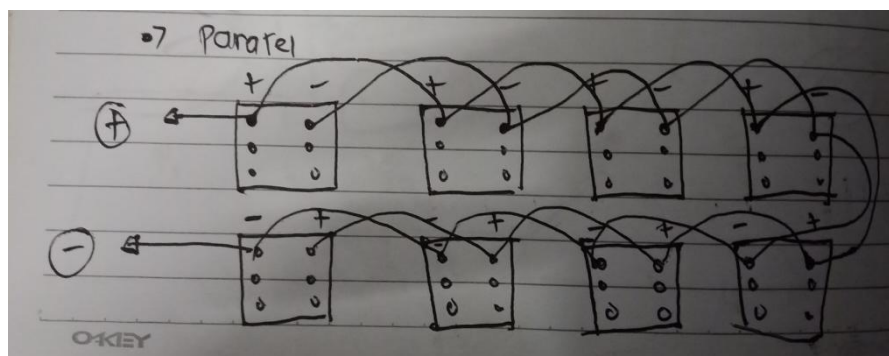
$$I_{tot} = I_1 = I_2 = I_3 \dots$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 \dots$$

Dikarenakan rangkaian battery yang digunakan merupakan rangkaian seri maka :

$$I_{tot} = 1200 \text{ Ah (sesuai dengan spesifikasi per battery)}$$

$$V_{tot} = 2.25 \text{ V} \times 104 \text{ (jumlah total battery per linenya)} = 234 \text{ V}$$



Gambar rangkaian paralel

Dalam rangkaian paralel memiliki ketentuan sebagai berikut :

$$I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3 \dots$$

$$V_{tot} = V_1 = V_2 = V_3 \dots$$

MATERI 7

SISTEM UPS

(UNINTERRUPTIBLE POWER SWITCH)

I. Pengertian

UPS (*Uninterruptible Power Supply*) adalah perangkat yang berfungsi untuk memberikan daya listrik cadangan dan akan mengalirkannya apabila listrik mati. Bila listrik mati mendadak, peralatan yang terhubung ke UPS tidak ikut mati. Prinsip kerja UPS adalah di saat aliran listrik hidup normal, maka UPS akan menyimpan tenaga listrik tersebut, dan setelah aliran listrik terputus, maka UPS akan menyalurkan tenaga listrik yang telah tersimpan tersebut. UPS mampu memberikan perlindungan hampir seketika saat terjadi pemutusan sumber listrik. Perangkat UPS ini dapat digunakan untuk melindungi segala jenis alat elektronik yang sensitif terhadap ketidakstabilan arus dan tegangan listrik.

II. Fungsi dan macam-macam dari UPS

UPS memiliki tiga fungsi utama, yaitu :

1. Sebagai alat untuk menstabilkan arus listrik

Listrik yang mengalir ke komputer di rumah maupun kantor kita tidak selalu dalam keadaan yang konstan. Seringkali arus listrik yang mengalir terkena hambatan listrik sehingga tegangan listrik menurun. Tegangan listrik yang menurun ini bisa jadi sangat membahayakan bagi alat elektronik baik di rumah maupun kantor, tidak terkecuali komputer kita. Jika tegangan listrik naik turun beberapa kali saja tentu tidak masalah. Namun jika tegangan listrik ini tidak stabil dalam jangka waktu panjang dan sering terjadi maka akibatnya akan sangat fatal dan merugikan.

2. Memberikan cadangan listrik sementara

UPS ini bersifat seperti baterai yang mampu memberikan listrik cadangan sementara sehingga kita sempat menyimpan file pekerjaan kita dan mematikan komputer kita ketika listrik tiba-tiba mati. Dengan demikian kita menyelamatkan hasil pekerjaan kita sekaligus juga komputer kita dari risiko kerusakan komponen akibat pemutusan tegangan secara mendadak. Cadangan listrik sementara yang diberikan oleh UPS tentu tidak akan selamanya. Berbagai jenis UPS mempunyai kapasitasnya masing-masing dalam menyediakan cadangan listrik sementara untuk komputer kita ketika listrik mati secara mendadak.

3. Sebagai alat bantu backup data

Fungsi UPS yang ketiga ini sebenarnya mirip dengan fungsi yang kedua tadi. Hanya saja fungsi ini lebih didedikasikan bagi komputer yang terhubung ke jaringan atau server. Tidak jarang di perkantoran komputer-komputer dihubungkan terintegrasi secara menyeluruh ke dalam server kantor untuk memudahkan transaksi data internal kantor. Untuk memastikan bahwa data tidak hilang atau rusak ketika listrik mati sementara data sedang disinkronisasi, maka UPS bisa sangat membantu. Umumnya selain UPS ini, kantor juga menyediakan sumber listrik cadangan yang lebih besar yaitu genset. Namun listrik yang dihasilkan oleh genset ini juga seringkali tidak stabil. Oleh karena itu, seperti kita bahas pada fungsi pertama tadi, penggunaan UPS adalah suatu keharusan untuk menjamin keamanan perangkat komputer.

UPS terbagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Sistem Online/DualConversion

Listrik yang bentuknya arus bolak-balik (AC) diubah menjadi arus searah (DC), kemudian dari arus searah (DC) ini diubah lagi ke arus bolak-balik (AC). Dengan dua kali konversi ini, gangguan listrik akan tersaring sehingga pasokannya lebih bersih. Waktu perpindahan dari sistem listrik ke sistem baterai berlangsung seketika (nol detik).

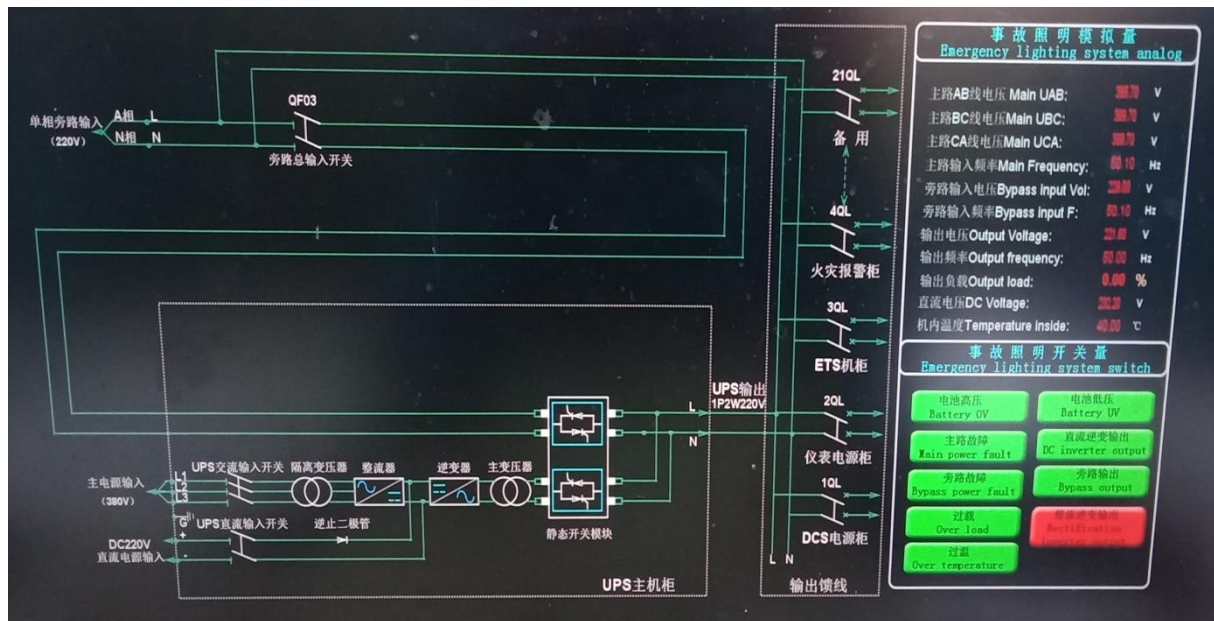
2. Sistem Offline/Line Interactive

Ketika ada arus listrik, arus ini akan diteruskan ke beban setelah melalui saringan dan stabilizer. Ketika listrik mati, sakelar langsung pindah dan inverter bekerja memberikan listrik ke beban (ada waktu pindah 3-4 milidetik = 0,004 detik). Cara kerja UPS sistem line-interactive ini bekerja dengan cara mempertahankan jalur inverter dan mengalihkan arus DC baterai dari mode charging ke mode penyediaan daya ketika listrik padam.

Di dalam UPS tipe ini terdapat auto transformer yang bisa mengatur mode pada UPS jenis ini dari mode *charging* maupun *supplying* melalui identifikasi kestabilan tegangan listrik yang masuk. Dalam kondisi voltase rendah, UPS ini akan menyesuaikan arus masuk dan keluar sehingga pada keadaan tersebut UPS tipe ini akan membutuhkan arus masukan lebih besar.

III. Rangkaian Sistem UPS di WHW

Dibawah ini merupakan gambar rangkaian sistem UPS (Uninterruptible Power Switch) yang ada di WHW khususnya divisi Power Plant.



Dalam rangkaian diatas Supply utama dari UPS terdapat 3 sumber yaitu dari Tegangan 3 phasa AC 380 V (sebagai inputan primer), Tegangan 1 phasa DC 220 V (sebagai inputan sekunder) dan Tegangan DC 220 V sebagai bypass (sebagai inputan keadaan darurat). Dari inputan tegangan 3 phasa AC 380 V tegangan akan diturunkan terlebih dahulu menjadi 220 V menggunakan peralatan trafo step down kemudian outputnya akan disearahkan menggunakan rectifier dengan keluarannya tegangan 1 phasa DC 220 V. Yang sumber dari tegangan 1 phasa DC 220 V akan langsung masuk tanpa melalui trafo step down dan juga rectifier dan akan masuk pada jalur rangkain keluaran dari rectifier. Kemudian tegangan DC 220 V akan diubah lagi menjadi tegangan 1 phasa AC 220 V, keluarannya akan masuk pada trafo step up untuk dinaikkan tegangannya menjadi 380 V. Lalu keluaran dari trafo akan masuk kedalam peralatan inverter yang akan menstabilkan tegangan dan juga akan menyearahkan menjadi tegangan DC 220 V. Output dari keluaran UPS ini akan dikirimkan kedalam panel emergency lighting switch dimana panel ini yang akan digunakan sebagai sumber listrik ketika terjadi keadaan darurat (black out) untuk peralatan-peralatan yang membutuhkan sumber listrik DC seperti pada lampu penerangan, sistem ruang kontrol dan peralatan lainnya. Kemudian yang dari inputan bypass akan langsung masuk kedalam panel emergency lighting switch ini digunakan ketikan UPS dalam keadaan abnormal (rusak). Dalam peralatan UPS ini terdapat beberapa komponen seperti trafo step down, trafo step up, rectifier dan juga inverter.



Gambar panel emergency lighting switch



gambar peralatan UPS

MATERI 8

Power Supply Fast Cutting

I. Pengertian

Power supply fast cutting merupakan peralatan yang berfungsi untuk memindahkan koneksi antara power supply utama dengan power supply standby secara otomatis. Peralatan power supply cutting pabrik yang dipakai adalah bertipe CSC-821 produksi PT. Beijing Sifang Automation. Peralatan ini yang nantinya akan menjaga atau sebagai pengaman ketika pada power supply utama mengalami gangguan (trip) akan otomatis digantikan power supply standby sehingga supply listrik tetap terjaga dan proses produksi di pabrik berjalan dengan normal. Peralatan ini bisa disebut juga sebagai ATS (Automatic Transfer Swicth), ATS merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis. Karena fungsi tersebut ATS sering juga disebut dengan Automatic COS (**Change Over Switch**). Didalam PT WHW khususnya di power plant ada 2 tipe fast cutting yang digunakan yaitu untuk yang power supply 10 KV dan power supply 400 V. Untuk yang power supply 10 KV bertipe CSC-821 sedangkan yang power supply 400 V bertipe CSC-246. Kedua peralatan tersebut sama dan mempunyai prinsip kerja yang sama yaitu digunakan untuk menjaga power supply listrik tetap terjaga.



Peralatan fast cutting 10 KV



Peralatan fast cutting 400 V

II. Mode switching fast cutting

Mode switching merupakan metode cara pengaturan dalam pengoperasian fast cutting, dalam mode switching fast cutting terdapat 4 jenis yaitu mode switching start-up normal, start-up proteksi, start-up tegangan rendah dan switching start-up ready otomatis trip.

1. Switching start-up normal

Switching start-up normal merupakan pengoperasian switching secara manual baik dioperasikan melalui layar monitoring maupun panel peralatan, berdasarkan signal pengontrolan jarak. Switching normal merupakan switching dua jalur dapat berupa power supply utama diganti power supply standby dan juga sebaliknya.

2. Switching start-up proteksi

Switching start-up proteksi merupakan pengoperasian switching berdasarkan pembacaan output dari proteksi dimana biasanya disetting sebagai switching tunggal pada power supply utama. Maksudnya ketika dalam breaker power supply utama mengalami gangguan secara bersamaan akan mengirim sinyal ke pembacaan fast cutting yang kemudian akan mengubah secara otomatis breaker power supply standby supaya close.

3. Switching start-up tegangan rendah

Switching start-up tegangan rendah merupakan pengoperasian switching secara otomatis dimana switching bekerja berdasarkan pembacaan tegangan rendah yang terdapat pada bus. Dimana untuk tegangan rendahnya sudah ditentukan terlebih dahulu didalam settingan nilai proteksi yang ada pada peralatan fast cutting. Switching ini bekerja ketika pada bus mengalami penurunan tegangan yang signifikan, kemudian power supply akan berubah dari power supply utama menjadi power supply standby.

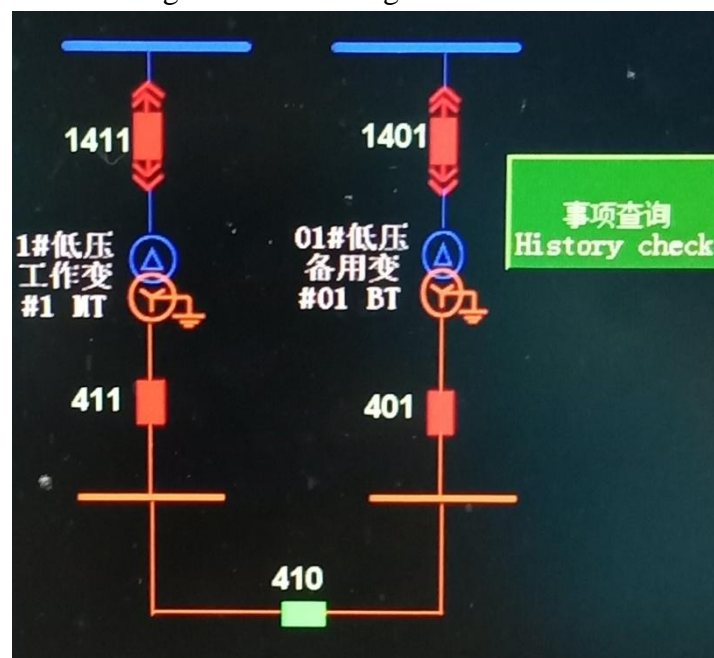
4. Switching start-up ready otomatis trip

Switching start-up ready otomatis trip merupakan pengoperasian switching secara otomatis ketika breaker power supply utama mengalami trip (open tiba-tiba) maka breaker power supply standby akan otomatis close untuk menjaga supply listrik tetap normal sehingga tidak mengganggu produksi.

III. Sistem rangkain fast cutting



Rangkaian fast cutting 10 KV aux sec 1



Rangkaian sistem fast cutting 400 V aux sec 1

Penjelasan dari rangkaian diatas dimana sumber utama listrik berasal dari generator kemudian listrik yang dihasilkan akan disupplykan ke masing-masing 10 KV bus I Sec A, Sec B, Sec C dan Bus II. Dimana pada masing-masing 10 KV bus 1 Sec A, Sec B, Sec C masing terdapat breaker power supply utama yaitu VCB 11 (aux Sec I), VCB 21 (aux sec II), VCB 31 (aux sec III) dan VCB 01 (10 KV aux spare) sebagai power supply standby yang akan menyuplai listrik kemasing-masing bus yaitu bus 10 KV aux Sec I,II,III dan spare.

Untuk contoh yang ada pada gambar pertama yaitu yaitu sistem fast cutting 10 KV aux sec 1 dimana dalam gambar tersebut terdapat beberapa breaker yang mana untuk breaker power supply utama terdiri dari VCB 11 dan VCB 12 yang akan menyuplai listrik bus aux sec I. Untuk power supply standby terdiri dari VCB 01, VCB 011, DS 110-1 dan VCB 110. Power supply standby ini yang akan menjadi back up ketika pada power supply utama mengalami gangguan. Semisal pada breaker power supply utama yaitu VCB 11 mengalami gangguan atau trip maka VCB 110 pada power supply standby akan otomatis close sehingga menjaga aliran listrik tetap ada ke bus aux sec I. Untuk 10 KV aux sec II,III sistemnya sama seperti yang ada pada 10 KV aux sec 1 dimana dimasing-masing bus 10 KV aux sec II maupun III mendapat backup dari breaker-breaker yang terhubung ke bus 10 KV aux sec spare.

Sedangkan untuk yang 400 V sumber power supply utamanya yaitu VCB 1411, VCB 1412 dan VCB 1413 yang terdapat pada bus 10 KV aux sec I,II dan III. Untuk yang power supply standby yaitu VCB 1401 yang terdapat pada bus 10 KV aux sec spare. Contoh rangkaian diatas merupakan rangkaian sistem fast cutting pada bus 400 v aux sec 1, dimana jika pada power supply utama yaitu VCB 1411 atau ACB 401 mengalami gangguan maka ACB 410 yang terhubung ke 400 V bus sec spare pada power supply standby akan otomatis close untuk menjaga supply listrik ke 400 V bus sec I tetap normal. Untuk 400 V aux sec II,III sistemnya sama seperti yang ada pada 400 V aux sec 1 dimana dimasing-masing bus 400 V aux sec II maupun III mendapat backup dari breaker-breaker yang terhubung ke bus 400 V aux sec spare.

MATERI 9

REAKTOR PEMBATAS ARUS

I. Pengertian

Reaktor Pembatas Arus merupakan peralatan proteksi / pengaman yang menjaga agar peralatan-peralatan tetap aman ketika terjadi gangguan pada sisi beban yang menyebabkan adanya arus hubung singkat yang besar. Pada Reaktor Pembatas Arus, arus hubung singkat yang besar akan diturunkan atau dihilangkan sebelum masuk kedalam peralatan. Sehingga peralatan-peralatan tersebut tidak mengalami kerusakan. Arus hubung singkat dapat dijaga dalam batas aman dengan cara menaikkan nilai impedans antara sumber tenaga dan lokasi gangguan.

Metode yang digunakan untuk menaikkan impedans jaringan adalah dengan menggunakan peralatan yang dinamakan reaktor pembatas arus. Reaktor pembatas arus digunakan untuk menurunkan magnitudo arus hubung singkat. Hal ini memungkinkan untuk dapat menggunakan VCB dengan kapasitas pemutusan rendah sehingga diperoleh penghematan terhadap biaya investasi peralatan secara keseluruhan. Reaktor pembatas arus memiliki nilai reaktansi induktif yang besar dan resistansi yang rendah untuk dihubungkan ke dalam jaringan sistem tenaga. Perkembangan sistem tenaga yang cepat sering menyebabkan kenaikan arus hubung singkat melewati batas kemampuan peralatan seperti VCB, DS, kabel, trafo arus, dan *busbar/busduct*. Dengan memasang reaktor pembatas arus, arus hubung singkat dapat diturunkan sehingga penggantian peralatan dapat dihindari.

Keuntungan lain dari pembatasan magnitudo arus hubung singkat adalah membuat jatuh tegangan pada bus menjadi kecil selama terjadi hubung singkat, sehingga meminimalkan pengaruh reaktor pembatas arus pada bagian lain dari sistem. Karena hal yang ingin dicapai adalah menjaga tegangan agar tetap normal pada setiap bagian dari sistem yang berada jauh dari lokasi gangguan. Kondisi tersebut bertujuan untuk mencegah VCB trip oleh proteksi *undervoltage* untuk menjaga kestabilan sistem. Dibawah ini merupakan gambar dari reaktor pembatas arus.



Gambar reaktor pembatas arus

Berikut tabel spesifikasi reaktor pembatas arus yang ada di WHW

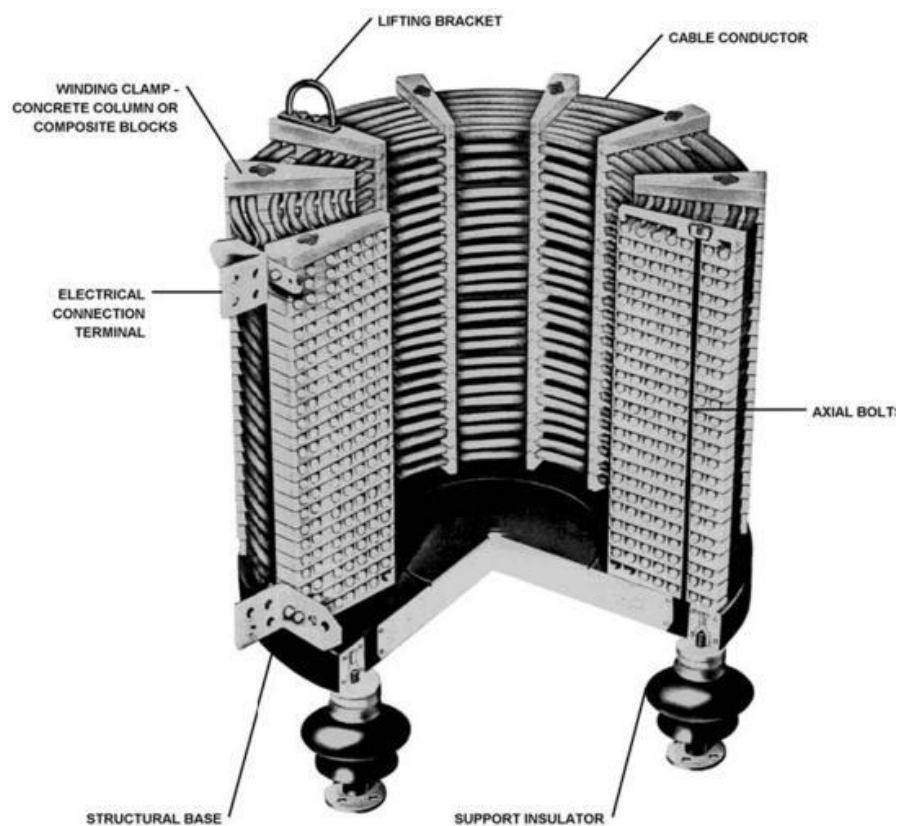
Tegangan	10.5 KV
Tegangan max	12 KV
Arus	1250 A, 1600 A, 2500 A
Frekuensi	50 HZ
Rated reactance	0.291 Ω
Kelas isolasi	F
Tipe pendingin	AN
Phasa	3
Metode koneksi phasa	Type Star

II. Jenis Reaktor Pembatas Arus

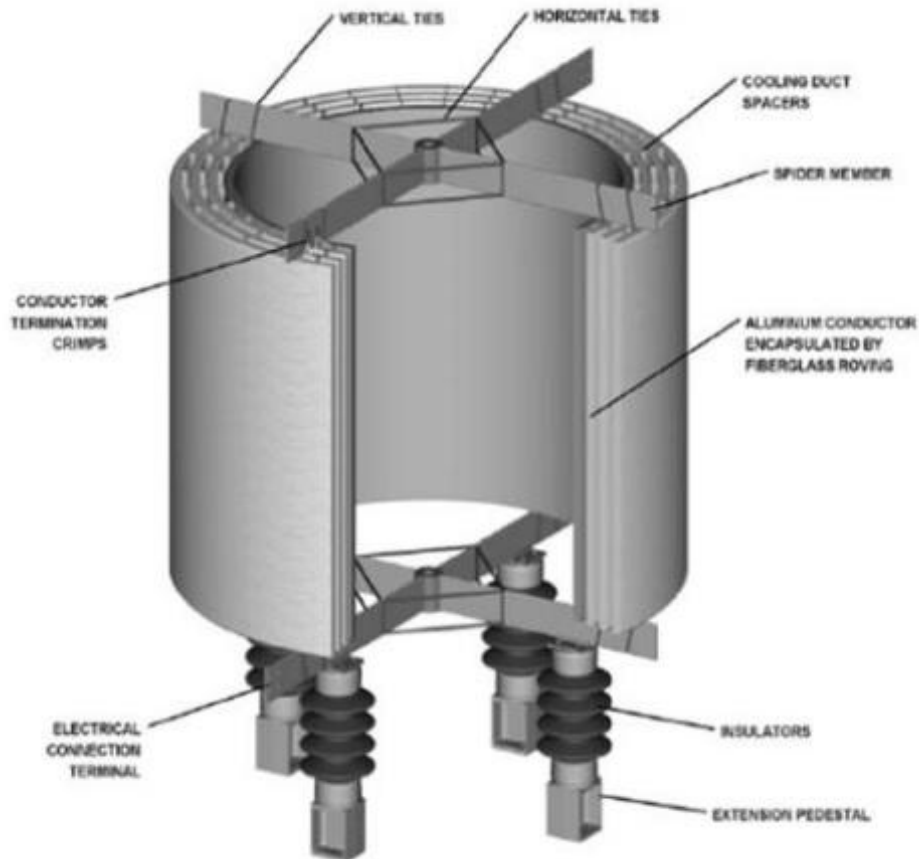
Reaktor pembatas arus terdiri dari 2 tipe yaitu :

1. Tipe kering (*dry type*)

Merupakan reaktor yang metode pendinginnya menggunakan udara sekitar, berdasarkan konstruksinya reaktor kering ini terbagi menjadi 2 yaitu Reaktor Konstruksi Open Type dan Reaktor Konstruksi Encapsulated. Reaktor Open Type dibatasi pada penerapan-penerapan kelas tegangan distribusi. Reaktor Encapsulated terbungkus secara penuh dengan belitan yang terisolasi dielektrik padat digunakan untuk keseluruhan tegangan distribusi dan transmisi, termasuk tegangan tinggi dan tegangan ekstra tinggi transmisi arus bolak-balik.



Gambar Reaktor konstruksi Open Type



Gambar Reaktor konstruksi Encapsulated

2. Tipe terendam minyak (*oil immersed*)

Merupakan reaktor yang metode pendinginnya menggunakan minyak / oil sebagai media pendinginnya. Konstruksi reaktor tipe terendam minyak dapat berupa inti besi bercelah (*gapped iron-core*) atau perisai magnetik (*magnetically shielded*). Reaktor-reaktor tipe terendam minyak antara lain digunakan untuk tegangan tinggi (HV) dan tegangan ekstra tinggi (EHV).



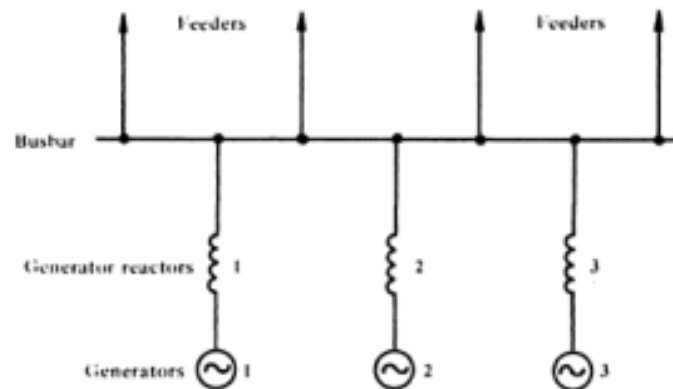
Gambar reaktor Oil immersed

III. Sistem Instalasi Reaktor Pembatas Arus Pada Jaringan

Sebuah reaktor pembatas arus harus ditempatkan pada suatu titik dalam jaringan dengan suatu cara tertentu agar tidak memengaruhi kinerja sistem. Dalam penempatan reaktor pembatas arus ada 3 yaitu :

1. Reaktor pembatas arus generator

Reaktor pembatas arus generator ini biasanya hanya digunakan untuk generator yang sudah lama dan mempunyai nilai reaktansi yang rendah. Penempatan reaktor pembatas arus generator dapat dilihat pada gambar dibawah ini



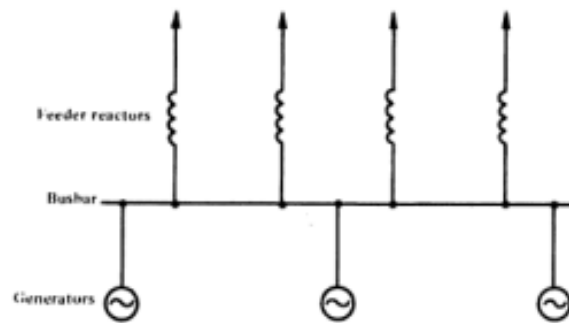
Gambar reaktor pembatas arus generator

Reaktor pembatas arus ini mempunyai gambaran sebagai berikut:

- Jika hubung singkat terjadi pada salah satu penyulang (feeder), tegangan pada busbar jatuh pada nilai yang rendah sehingga generator-generator yang mensuplai penyulang (feeder) yang lain kehilangan sinkronisasi dan pasokan daya ke penyulang (feeder) yang tidak terganggu dapat terputus.
- Arus beban penuh yang mengalir dalam reaktor pembatas arus pada kondisi normal menyebabkan adanya jatuh tegangan dan rugi daya pada setiap reaktor pembatas arus.

2. Reaktor pembatas arus feeder (penyulang)

Reaktor pembatas arus *feeder* (penyulang) yang ditempatkan pada outgoing penyulang dari bus GI dimaksudkan untuk menyederhanakan konstruksi rangkaian penyulang akan dapat menggunakan PMT dengan kapasitas pemutusan yang rendah serta untuk menghindari kerusakan pada titik gangguan. Kapasitas PMT dapat diturunkan hanya jika reaktor pembatas arus dapat ditempatkan diantara bus dan PMT penyulang. Reaktor dapat dihubungkan secara seri dengan penyulang-penyulang seperti ditunjukkan gambar dibawah ini

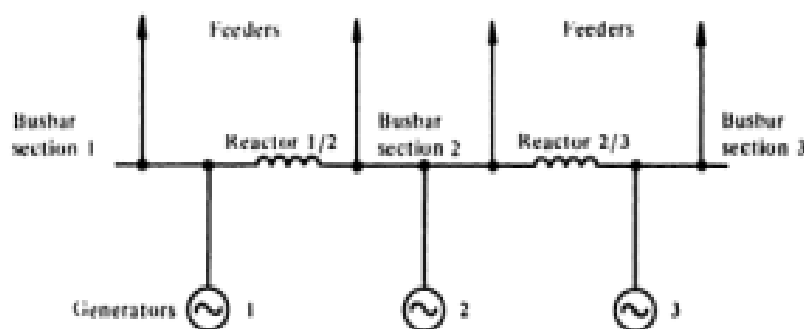


Gambar reaktor pembatas arus feeder (penyulang)

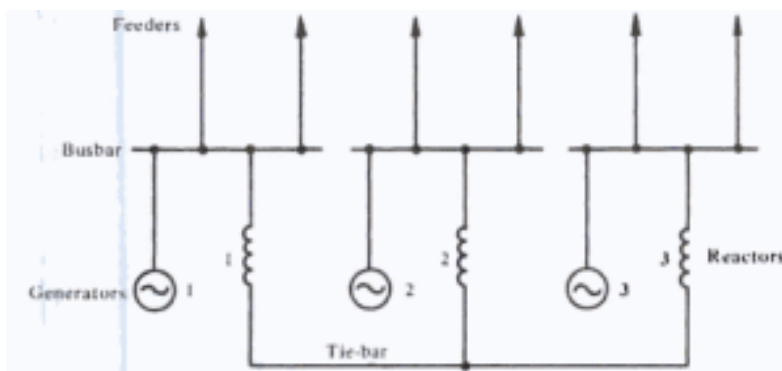
3. Reaktor pembatas arus Busbar

Busbar generator dipisahkan menjadi beberapa bagian dan reaktor pembatas arus dihubungkan diantara bagian tersebut. Reaktor pembatas arus busbar digunakan apabila beberapa feeder dan sumber tenaga yang penting terkonsentrasi hanya pada satu bus, sehingga perlu untuk memisahkan bus agar gangguan tidak akan mengakibatkan pemadaman yang luas pada sistem tenaga. Ada dua cara penempatan reaktor pembatas arus pada *busbar* yaitu:

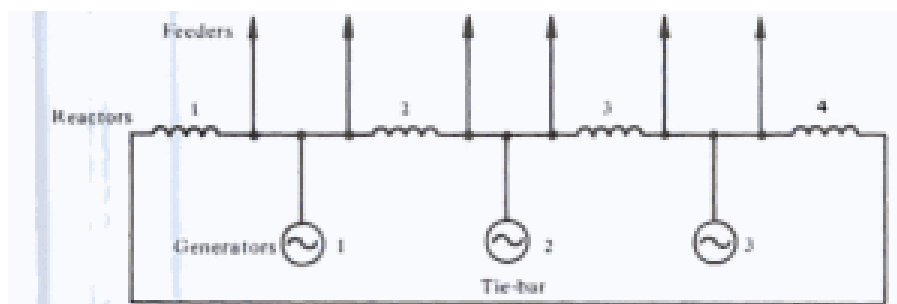
- Sistem seri (*series connected*)
- Sistem *tie-bar* (*tie bar connected*), untuk sistem *tie-bar* penempatannya dibagi menjadi dua yaitu Sistem bintang (*starconnection*) dan Sistem ring (*ring connection*)



Gambar sistem seri




Gambar sistem tie-bar bintang



Gambar sistem tie-bar ring

LAMPIRAN

	Berita Acara Troubleshooting	
	LUKMAN HARUN	
		Tgl. Terbit :
		Hal. : 1dari1

Indikasi Masalah :


1. Putusnya kabel transmisi udara 10 KV elektrik water line 1 VCB 1031 diakibatkan sambaran petir.

Dampak Masalah :

Pada saat monitoring petugas melihat beban generator #1 naik secara tiba-tiba beberapa detik, di saat bersamaan ada alarm berbunyi dimonitor dan VCB 10 KV elektrik water line 1 trip sehingga supply listrik ke mungbuk line 1 tidak ada.

Penyelesaian Masalah :

1. Matikan alarm
2. Laporkan SPV / Kepala Shift
3. Utus petugas untuk mengecek peralatan VCB 1031 dilapangan, lihat alarm yang terjadi dan cek parameternya.
4. Laporkan ke pihak maintenance
5. Lakukan operasi mematikan #1 trafo 431 & 10 KV water intake line 1 VCB 1131 (pada sisi beban terlebih dahulu) kemudian baru mematikan VCB 1031 (pada sisi sumber), ubah semua peralatan keposisi maintenance dan pasang kabel grounding pada peralatan sebagai pengaman. Selain itu juga melakukan konfirmasi ke pihak WTP bahwa untuk sementara 10 KV elektrik water line 1 tidak bisa digunakan.
6. Tunggu maintenance selesai melakukan perbaikan
7. Setelah maintenance selesai melakukan perbaikan operasikan kembali dan pastikan megger isolasi kabel 3 fasa dan VCB layak untuk transmisi listrik

	Berita Acara Troubleshooting	
	LUKMAN HARUN	
		Tgl. Terbit :
		Hal. : 1dari1

Indikasi Masalah :


1. Rusaknya salah satu modul 10 kv Inverter #2 Primary Air Fan .

Dampak Masalah :

Pada saat monitoring tiba-tiba ada alarm berbunyi, daya pada 10 KV busbar Sec II meningkat dan pihak Boiler mengkonfirmasi bahwa Inverter #2 PAF telah trip kemudian KM1 pada Inverter #2 PAF otomatis close, motor #2 PAF beroperasi secara bypass.

Penyelesaian Masalah :

1. Matikan alarm
2. Laporkan SPV / Kepala Shift
3. Utus petugas untuk mengecek peralatan VCB 623 dilapangan dan pada Inverter #2 PAF, lihat alarm yang terjadi dan cek record gangguan yang terjadi kemudian reset alarm gangguan yang ada.
4. Perintahkan petugas monitoring untuk benar-benar melihat parameter beban pada generator #1 maupun Generator #2 dan juga pada 10 KV busbar sec II.
5. Laporkan ke pihak maintenance.
6. Pastikan bahwa motor #2 PAF tetap beroperasi dengan normal secara bypass
7. Instruksikan petugas untuk melakukan pemutusan pada Inverter #2 PAF
8. Lakukan pemutusan pisau DS pada Inverter #2 PAF dengan memutuskan QS2 terlebih dahulu dan kemudian baru QS1, pasangkan loto pada masing-masing QS dilarang menghubungkan dan pada body inverter pasangkan loto disini kerja.
9. Setelah pihak maintenance selesai melakukan perbaikan operasikan kembali
10. Instruksikan petugas untuk melakukan penyambungan pada Inverter #2 PAF
11. Lakukan penyambungan pisau DS pada Inverter #2 PAF dengan menyambungkan QS1 terlebih dahulu dan kemudian baru QS2.
12. Konfirmasikan pada SPV, kepala shift dan pihak boiler bahwa inverter #2 PAF siap dioperasikan kembali.

	Berita Acara Troubleshooting	
	LUKMAN HARUN	
		Tgl. Terbit :
		Hal. : 1 dari 2

Indikasi Masalah :


1. Meledaknya peralatan Over Voltage dan insulasi Inverter 10 KV #3 SWRO

Dampak Masalah :

Operator Boiler melaporkan bahwa fan-fan boiler #3 mengalami trip (ID Fan 3-1, ID Fan 3-2, #3 PAF dan #3 SAF) Inverter berubah ke Bypass dan Alarm Fault Wave Recording aktif indikasi 10 KV Aux Sec III tegangan rendah.

Penyelesaian Masalah :

1. Matikan alarm
2. Laporkan SPV dan Kepala Shift
3. Disamping itu SPV atau Kepala Shift melapor ke pihak maintenance
4. Utus petugas untuk mengecek kelengkapan ruang Inverter Fan #3 Boiler
5. Instruksikan petugas operator DCS untuk melakukan penstabilan beban dan lihat parameter beban pada 10 KVAux Sec III.
6. Petugas dilapangan melapor bahwa Inverter Fan #3 Boiler (ID Fan 3-1, ID Fan 3-2, #3 PAF dan #3 SAF) Inverter berubah ke Bypass.
7. Instruksikan petugas dilapangan untuk mengecek record alarm pada panel display inverter kemudian lakukan reset alarm pada masing-masing Inverter Fan #3 Boiler
8. Selain itu juga Instruksikan petugas untuk mengecek peralatan VCB ruang 10 KV Aux sec III
9. Saat maintenance memastikan bahwa pada Inverter Fan #3 Boiler (ID Fan 3-1, ID Fan 3-2, #3 PAF dan #3 SAF) tidak ada masalah laporkan ke kepala Shift dan Kepala shift memerintahkan operator boiler untuk mengubah mode pengoperasian dari bypass ke inverter dan pastikan beroperasi dengan normal
10. Petugas melaporkan bahwa VCB 132 SWRO #3 mengalami trip dengan indikasi alarm Over Current
11. Segera instruksikan petugas untuk mengecek ke ruang inverter #3 SWRO
12. Petugas melaporkan bahwa peralatan Over Voltage dan insulasi pada inverter #3 SWRO meledak
13. Instruksikan petugas dilapangan untuk mengecek record alarm pada panel display inverter kemudian lakukan reset alarm pada inverter #3 SWRO
14. SPV menyiapkan WI operasi Penghentian VCB 132 #3 SWRO ubah dari posisi kerja ke maintenance dan juga menyiapkan peralatan APD pengoperasian
15. Petugas melakukan pengoperasian pemutusan sumber listrik VCB 132 #3 SWRO dari posisi kerja ke maintenance dan kemudian melaporkan kepada SPV dan kepala shift

	Berita Acara Troubleshooting	
	LUKMAN HARUN	
		Tgl. Terbit :
		Hal. : 2dari2

pengerjaan telah selesai, pisau grounding telah dihubungkan dan papan petunjuk telah dipasangkan pada peralatan.

16. SPV memberi tahu pihak maintenance bahwa VCB 132 #3 SWRO sudah pada posisi maintenance dan siap untuk dilakukan pemeriksaan dan perbaikan
17. Tunggu dan awasi maintenance dalam proses pemeriksaan dan perbaikan Inverter #3 SWRO dan juga pada VCB 132
18. Setelah maintenance selesai melakukan perbaikan cek semua peralatan sudah terpasang dengan baik dan benar
19. SPV menyiapkan WI pengoperasian dan peralatan APD untuk pengoperasian VCB 132 SWRO #3 dari posisi maintenance ke kerja
20. Petugas melakukan pengoperasian VCB 132 SWRO #3 dari posisi maintenance ke kerja dan ukur semua isolasi megger pada VCB 132 dan juga motor SWRO #3 pastikan layak untuk transmisi listrik
21. Laporkan kepada kepala shift dan SPV bahwa pengoperasian telah selesai
22. Lakukan pengecekan secara berkala pada Inverter #3 SWRO dan VCB 132 pastikan normal beroperasi

DOKUMENTASI PRESENTASI ACTING TEAM LEADER



Materi 1 Generator (23/08/2019)



Materi 2 Sistem Eksitasi Generator (24/08/2019)



Materi 3 Inverter (28/08/2019)



Materi 4 Transformator (01/09/2019)



Materi 5 Rangkaian DOL dan Star Delta (01/10/2019)



Materi 6 Sistem Feeder DC (02/10/2019)



Materi 7 UPS (Uninterubtible Power Switch) (04/10/2019)



Materi 8 Power Supply Fast Cutting (06/10/2019)



Materi 9 Reaktor Pembatas Arus (08/10/2019)