



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



Sampul



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING LAPANGAN



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KULIAH KERJA PRAKTIK (KKP)



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan kehadirat ALLAH Subhanahu Wata'ala adalah kata yang paling pantas penulis ucapkan karena atas rahmat dan inayah-Nyalah sehingga penulis masih diberi waktu dan kesempatan untuk bisa menyelesaikan Laporan Kuliah Kerja Praktik pada PT. PLN (PERSERO) ULPLTA BILIBILI yang mengangkat judul “Sistem Proteksi Relay Over Frequency dan Under Frequency Pada Busbar 20 KV Pusat Listrik Bilibili”.

Shalawat dan salam senantiasa penulis curahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam karena berkat kerja keras beliau kita tidak akan seperti sekarang ini. Beliau mampu mengubah dunia dari perjuangan jahiliyah menuju alam yang terang benderang sudah seharusnya beliau dijadikan suri tauladan bagi umat di jagad ini.

Dalam proses penyusunan Laporan Kuliah Kerja Praktik ini, dibutuhkan perjuangan, kesabaran, dan semangat pantang menyerah untuk mencapai hasil yang maksimal. Namun, penulis menyadari bahwa tidak ada manusia yang sempurna. Penulis menyadari pula bahwa segala kemampuan yang dimiliki tentunya akan tergambar dalam laporan ini. Untuk itu, penulis membuka diri



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



untuk menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Berbagai kendala penulis hadapi dalam proses penyusunan dan penyelesaian Laporan Kuliah Kerja Praktik ini. Namun berkat bantuan dan dorongan yang diberikan berbagai pihak, dan tekad yang membara akhirnya Laporan Kuliah Kerja Praktik ini dapat terangkum.

Laporan Kuliah Kerja Praktik ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan Kuliah Kerja Praktik pada PT. PLN (PERSERO) ULPLTA BILIBILI mulai 9 Maret s/d 15 April 2020.

Kesalahan juga merupakan bagian tak terpisahkan dari jalan kehidupan manusia. Sehingga hanya pintu maaf yang kami harapkan atas kesalahan-kesalahan kami. Dengan segala kerendahan hati, kami berharap apa yang ada dalam Laporan Kuliah Kerja Praktik ini dapat bermanfaat, dan berguna sebagai sumbangan pikiran bagi kita semua dalam berprestasi turut mengisi pembangunan Bangsa dan Negara.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Oleh karena itu maka kesempatan yang berbahagia ini selayaknya penulis dapat menghaturkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada:

1. **Ayahanda** dan **Ibunda** tercinta yang banyak memberi kasih sayang yang tulus tanpa pamrih, yang tak henti-hentinya memberi semangat, dorongan serta doa selama penulis menempuh pendidikan.
2. Bapak **Ir. Muhammad Basri, MM.** selaku Direktur Politeknik ATI Makassar.
3. Ibu **Atikah Tri Budi Utami, ST., MengSc.** selaku Ketua Jurusan Politeknik ATI Makassar.
4. Bapak **Muslimin, ST., MT.** selaku pembimbing KKP yang senantiasa memberikan nasehat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak **Zeth** selaku Manager PT. PLN (PERSERO) ULPLTA BILIBILI.
6. Bapak **Amiruddin, ST.** selaku Spv Operasi sekaligus Pembimbing Lapangan.
11. Seluruh **Staff** dan **Karyawan** PT. PLN (PERSERO) ULPLTA BILIBILI.
12. Teman–teman seperjuangan program studi Otomasi Sistem Permesinan tanpa terkecuali yang susah senang selalu bersama.

Meskipun hanya dalam bentuk sederhana penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Sebagai penutup, kepada pembaca yang budiman, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



membangun untuk kesempurnaan laporan ini kedepannya. Semoga laporan ini berguna kepada orang lain maupun kepada diri penulis.

Makassar 10 September 2020

Yang menyatakan,

(TEGAR FAUZY RIFAI)



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Tujuan Kuliah Kerja Praktek.....	2
1. Tujuan Umum.....	2
2. Tujuan Khusus	3
C. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Kuliah Kerja Praktek	3
D. Metode Kuliah Kerja Praktek.....	4
1. Study literatur:	4
2. Tanya jawab	4
3. Observasi lapangan	4
BAB II TINJAUAN PERUSAHAAN	5
A. Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA)	5
B. Peralatan Utama PLTA.....	6
1. Waduk (reservoir)	7
2. Bendungan (dam).....	7
3. Intake.....	8
4. Pipa pesat (<i>penstock</i>)	9



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



5. Gedung pusat pembangkit (<i>power house</i>).....	10
6. Inlet valve	11
7. Turbin	11
8. Generator	12
9. Transformator	12
10. Tailrace	13
C. Sistem Proteksi	14
D. <i>Relay</i> Proteksi	16
1. Definisi <i>relay</i>	16
2. Syarat-syarat <i>relay</i> proteksi	17
3. Klasifikasi <i>relay</i>	21
E. Frekuensi	23
F. <i>Relay</i> Proteksi Frekuensi.....	26
1. Under frequency relay (81).....	26
2. Over frequency relay (81)	27
G. <i>Busbar</i> (Rel).....	28
1. Definisi <i>busbar</i> (rel)	28
2. Jenis-jenis <i>busbar</i>	30
H. Generator	31
I. Governor.....	32
J. Beban	35
BAB III PEMBAHASAN	38
A. Pusat Listrik Bilibili	38



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



B. <i>Relay</i> Proteksi Frekuensi (81)	40
C. <i>Setting Relay</i> Proteksi Frekuensi <i>Busbar</i> Pusat Listrik Bilibili	42
D. Penanggulangan Gangguan	47
BAB IV PENUTUP	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran	49



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses pembangkitan energi listrik pada PLTA	5
Gambar 2. 2 Waduk (reservoir).....	7
Gambar 2. 3 Bendungan (dam)	8
Gambar 2. 4 Papan elevasi di samping <i>intake</i>	9
Gambar 2. 5 Pipa <i>penstock</i>	10
Gambar 2. 6 Gedung pusat pembangkit (power house).....	10
Gambar 2. 7 Turbin air	12
Gambar 2. 8 Transformator	13
Gambar 2. 9 Tailrace	14
Gambar 2. 10 Sistem tenaga listrik sederhana yang mengalami gangguan	18
Gambar 2. K Frekuensi 1 <i>cycle</i> (1 Hz)	24
Gambar 2. 12 Generator	32
Gambar 2. 13 Bagian- bagian governor.....	33
Gambar 2. 14 Diagram sederhana sistem kerja Governor.....	35
Gambar 3. 1 Gambar <i>Single line diagram</i>	40
Gambar 3. 2 <i>Flow chart</i> komunikasi penanggulangan gangguan	48



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Nilai penyettingan <i>relay under</i> frekuensi dan <i>over</i> frekuensi <i>busbar</i> (Unit Stop).....	42
Tabel 3. 2 Nilai penyettingan relay under frekuensi dan over frekuensi busbar (Unit Prepa)	44
Tabel 3. 3 Nilai penyettingan relay under frekuensi dan over frekuensi busbar (Unit Load)	46



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Pengetahuan yang bersifat praktis menjadi hal penting dan bermanfaat bagi seorang mahasiswa, terutama pada saat terjun kedalam dunia kerja yang sesungguhnya. Berbeda dengan pengetahuan teoritis yang dapat diperoleh mahasiswa melalui bangku kuliah, pengetahuan yang bersifat praktis serta sesuai dengan perkembangan zaman tentunya hanya dapat diperoleh dari luar lingkungan kampus, yaitu melalui suatu kegiatan kerja praktek lapangan pada suatu instansi atau perusahaan. Harapan mahasiswa dapat mengetahui kondisi lapangan sesungguhnya dan mengetahui perkembangan ilmu pengetahuan sehingga tidak hanya berbekal pengetahuan yang bersumber dari buku pegangan dalam perkuliahan semata.

Kerja praktek merupakan tugas akademik yang dilakukan oleh mahasiswa Program Studi D3 Otomasi Sistem Permesinan, Politeknik ATI Makassar yang mewajibkan mahasiswa untuk melakukan kerja praktek di lingkungan dan mengaplikasikan ilmu dan teknologi kelistrikan dengan bidang lainnya. Untuk mahasiswa Program Studi D3 Otomasi Sistem



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



Permesinan, Politeknik ATI Makassar dalam bentuk implementasi secara sistematis yang menyesuaikan antara kemampuan, keahlian serta keterampilan yang telah diperoleh mahasiswa dalam proses pembelajaran serta perkuliahan, terhadap kondisi kebutuhan dunia kerja nyata yang hasilnya kemudian di laporkan dalam bentuk laporan kerja praktek yang tertulis. Diharapkan dengan adanya kuliah kerja praktek ini, mahasiswa tidak hanya mengetahui teorinya saja, tetapi harus tahu juga prakteknya secara langsung.

Di era yang modern ini kebutuhan akantenaga listrik sudah menjadi kebutuhan primer baik di kota-kota besar maupun di kota-kota kecil, hampir seluruh peralatan penunjang kehidupan sehari-hari kita memerlukan energi listrik. Oleh karena itu kita harus menyadari setidaknya secara umum bagaimana listrik itu bekerja, dibangkitkan dan penyampaian sistem tenaga listrik dari hulu ke hilir. Sebagai mahasiswa jurusan teknik elektro saya tertarik untuk melaksanakan Kuliah Kerja Praktek (KKP) di PT.PLN (Persero) Unit Pelaksan Pengendalian Pembangkit Bakaru PLTA Bilibili untuk mempelajari bagaimana proses pengoperasian dan sistem kendali PLTA.

B. Tujuan Kuliah Kerja Praktek

1. Tujuan Umum

Secara umum program Kuliah Kerja Praktek bertujuan untuk mengenalkan proses kerja yang terjadi di industri kepada mahasiswa,



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



sehingga kelak mahasiswa mempunyai gambaran nyata tentang dunia kerja dan secara langsung terjalin hubungan yang baik antara instansi dan perguruan tinggi.

2. Tujuan Khusus

Secara khusus program Kerja Praktek bertujuan:

- a. Sebagai syarat kelulusan bagi mahasiswa D3.
- b. Menjelaskan penyebab terjadinya gangguan frekuensi pada *busbar* 20 kV Pusat Listrik Bilibili.
- c. Menjelaskan prosedur penanggulangan ketika terjadi gangguan frekuensi pada *busbar* 20 kV Pusat Listrik Bilibili.
- d. Menjelaskan penyettingan *relay over frequency dan under frequency* pada *busbar* 20 kV Pusat Listrik Bilibili.

C. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Kuliah Kerja Praktek

Kerja Praktek ini dilaksanakan mulai dari tanggal 9 Maret 2020 sampai tanggal 15 April 2020 di PLTA Bilibili.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



D. Metode Kuliah Kerja Praktek

Penyusun mempunyai beberapa metode untuk memperoleh data yang di gunakan sebagai acuan dalam menulis laporan kerja praktek ini, adapun beberapa metode yang di gunakan adalah sebagai berikut:

1. Study literatur:

Data diperoleh dengan mempelajari dan membaca buku manual yang di sediakan di ruang *Operasi*.

2. Tanya jawab

Data didapatkan dengan melakukan diskusi bersama pembimbing atau operator dan karyawan yang berada di PLTA Bilibili.

3. Observasi lapangan

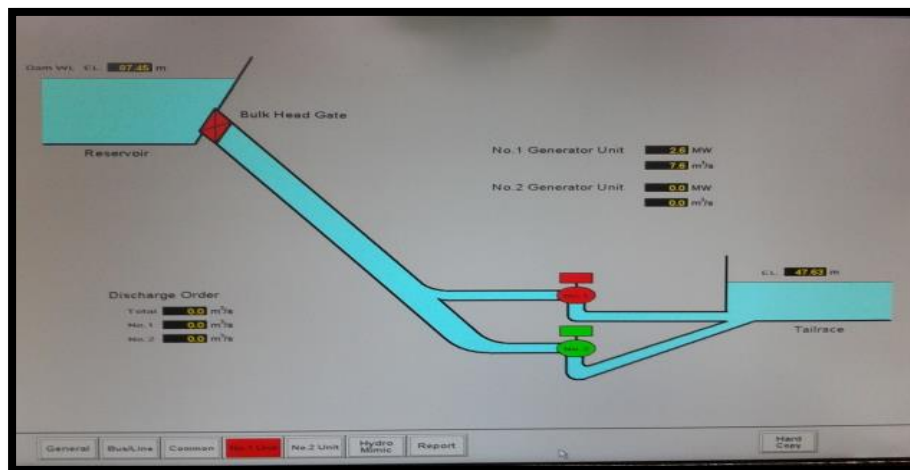
Data didapatkan dengan mengamati atau melihat langsung kondisi alat dan sistem kendali yang ada di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PERUSAHAAN

A. Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pusat Listrik Tenaga Air adalah **pembangkit tenaga listrik** yang mengubah energi potensial air menjadi energi listrik. Mesin penggerak yang digunakan adalah turbin air. Air yang merupakan bahan baku **pusat listrik** dapat diperoleh dari waduk secara langsung disalurkan untuk memutar turbin.



Gambar 2. 1 Proses pembangkitan energi listrik pada PLTA

Air ditampung pada sebuah *reservoir*. Air ini kemudian dibendung dan dialirkan melalui *intake*. Kemudian air dialirkan menuju *penstock*. Air kemudian dialirkan ke turbin melalui *inlet valve* dengan bantuan *servo motor* sebagai penggerak *guide vane*. Poros turbin dihubungkan dengan rotor generator melalui kopling, sehingga menghasilkan putaran dan



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



menimbulkan induksi pada kumparan stator yang selanjutnya menghasilkan tegangan listrik 6,6 kV. Putaran turbin dipertahankan tetap konstan agar frekuensinya juga tetap konstan. Tegangan generator dari 6.6 kV dialirkan ke trafo utama untuk menaikkan tegangan menjadi 20 kV. Energi listrik dari generator ini diatur dan ditransfer oleh *main transformer* agar sesuai dengan kapasitas *transmission line* (tegangan, daya, dan lain-lain) untuk dibagikan ke rumah-rumah pelanggan.

B. Peralatan Utama PLTA

Dalam proses pembangkitannya, PLTA menggunakan beberapa peralatan utama, yaitu Waduk (*reservoir*), bendungan (*dam*), *intake*, pipa pesat (*penstock*), gedung pusat pembangkit (*power house*), *inlet valve*, turbin, generator, transformator, dan *tailrace*.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



1. Waduk (reservoir)

Waduk atau *reservoir* adalah danau buatan manusia sebagai tempat penampungan air yang umumnya berasal dari sungai atau rawa dengan tujuan tertentu.



Gambar 2. 2 Waduk (reservoir)

2. Bendungan (dam)

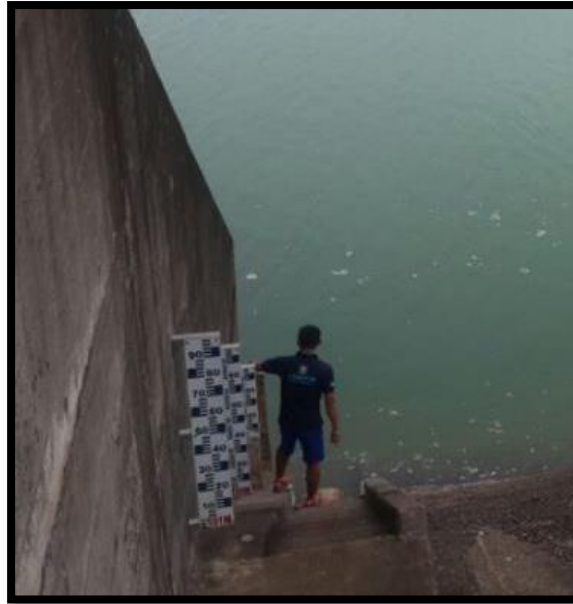
Bendungan atau dam adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah Pusat Listrik Tenaga Air. Air yang dibendung itu digunakan untuk berbagai macam kebutuhan masyarakat banyak.



Gambar 2. 3 Bendungan (dam)

3. Intake

Intake berfungsi sebagai tempat mengalirkan air dari bendungan menuju pembangkit melalui *penstock*. Di samping *intake* terdapat papan elevasi yang berfungsi sebagai pembaca kedalaman air yang ditampung di bendungan.



Gambar 2. 4 Papan elevasi di samping *intake*

4. **Pipa pesat (*penstock*)**

Penstock adalah saluran yang digunakan untuk mengalirkan dan mengarahkan air dari waduk ke rumah pembangkit. Secara mekanis, *penstock* berfungsi untuk mengubah energi potensial pada air menjadi energi kinetik.



Gambar 2. 5 Pipa *penstock*

5. **Gedung pusat pembangkit (*power house*)**

Power house merupakan bagian terpenting dari fasilitas bangunan sipil sebuah pusat listrik karena di sinilah terdapat instalasi pembangkit seperti turbin air, generator, ruang kontrol, peralatan bantu, dan lain-lain.



Gambar 2. 6 Gedung pusat pembangkit (*power house*)



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



6. Inlet valve

Inlet valve adalah katup yang dipasang di ujung *penstock* dari turbin yang berfungsi untuk membuka atau menutup aliran air dan untuk mengamankan turbin terhadap aliran air yang bertekanan dari pipa *penstock* pada waktu melakukan pemeliharaan atau pada saat pembangkit *standby*.

7. Turbin

Turbin air berfungsi mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Air akan memukul sudu-sudu dari turbin sehingga turbin berputar. Perputaran turbin ini dihubungkan ke generator. Turbin tersebut terdiri dari berbagai jenis seperti turbin Francis, Kaplan, Pelton, dan lain-lain. Turbin merupakan peralatan yang tersusun dan terdiri dari beberapa peralatan suplai air masuk turbin, diantaranya sudu (*runner*), pipa pesat (*penstock*), rumah turbin (*spiral case*), katup utama (*inlet valve*), pipa lepas (*draft tube*), alat pengaman, poros, bantalan (*bearing*) dan distributor listrik.

Turbin air dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu turbin reaksi dan turbin impuls. Turbin reaksi bekerja karena adanya tekanan air. Turbin reaksi ini dibagi atas dua, yaitu turbin Francis (contoh: turbin francis) dan turbin Propeller (contoh: Kaplan, Nagler, Bulb, dan Moody). Sedangkan turbin

impuls bekerja karena kecepatan air yang menghantam sudu. Contoh turbin impuls adalah turbin Pelton.



Gambar 2. 7 Turbin air

8. **Generator**

Generator pada suatu pusat listrik berfungsi sebagai mesin yang mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Generator terhubung dalam satu poros dengan turbin.

9. **Transformator**

Transformator adalah peralatan listrik yang berfungsi memindahkan daya listrik arus bolak-balik dari suatu rangkaian ke rangkaian lainnya secara induksi elektromagnetik. Transformator dapat dibedakan atas beberapa

klasifikasi, yaitu transformator daya, transformator distribusi, dan transformator instrumentasi.



Gambar 2. 8 Transformator

10. Tailrace

Tailrace dapat dimanfaatkan untuk mengalirkan dan mengurangi tekanan air dari *draft tube*. *Tailrace* dilengkapi dengan pintu, dengan tujuan menutup aliran air dari *Tailrace* ke *draft tube* pada waktu diadakan perbaikan / pemeriksaan pada turbin.



Gambar 2. 9 Tailrace

C. Sistem Proteksi

Sistem proteksi terhadap tenaga listrik adalah sistem pengamanan yang dilakukan terhadap peralatan-peralatan listrik, yang terpasang pada sistem tenaga listrik tersebut. Misalnya generator, transformator, jaringan transmisi / distribusi dan lain-lain terhadap kondisi operasi abnormal dari sistem itu sendiri. Yang dimaksud dengan kondisi abnormal tersebut antara lain dapat berupa:

- a. Hubung singkat
- b. Tegangan lebih/kurang
- c. Beban lebih
- d. Frekuensi sistem turun / naik, dan lain-lain

Adapun fungsi dari sistem proteksi adalah sebagai berikut.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



-
- a. Untuk menghindari atau mengurangi kerusakan peralatan listrik akibat adanya gangguan (kondisi abnormal). Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan, maka akan semakin sedikitlah pengaruh gangguan terhadap kemungkinan kerusakan alat.
 - b. Untuk mempercepat melokalisasi luas/zona daerah yang terganggu, sehingga daerah yang terganggu menjadi sekecil mungkin.
 - c. Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen, dan juga mutu listriknya baik.
 - d. Untuk mengamankan manusia (terutama) terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Agar sistem proteksi dapat dikatakan baik dan benar (dapat bereaksi dengan cepat, tepat, dan murah), maka perlu diadakan pemilihan dengan seksama dan dengan memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut:

- a. Macam saluran yang diamankan.
- b. Pentingnya saluran yang dilindungi.
- c. Kemungkinan banyaknya terjadi gangguan.
- d. Tekno-ekonomis sistem yang digunakan.

Peralatan utama yang dipergunakan untuk mendeteksi dan memerintahkan peralatan proteksi bekerja adalah *relay*.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



D. *Relay* Proteksi

1. Definisi *relay*

Relay adalah suatu alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur / memasukkan suatu rangkaian listrik (rangkaiannya *trip* atau alarm) akibat adanya perubahan rangkaian lain.

Maksud dan tujuan pemasangan *relay* proteksi adalah untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih sehat serta sekaligus mengamankan bagian yang masih sehat dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar.

Nilai investasi peralatan listrik pada suatu pembangkit listrik sedemikian besarnya sehingga perhatian yang khusus harus diutamakan agar setiap peralatan tidak hanya beroperasi dengan efisiensi yang optimal, tetapi juga harus teramankan dari kecelakaan atau kerusakan yang fatal. Kerusakan yang fatal dapat menimbulkan kerugian biaya investasi, kerugian operasi, dan terganggu pelayanan. Untuk itu *relay* proteksi sangat diperlukan pada peralatan pembangkit tidak dibiarkan beroperasi tanpa proteksi.

Relay proteksi adalah suatu perangkat kerja proteksi yang mempunyai fungsi dan peranan sebagai berikut:

- a. Memberi sinyal alarm atau melepas pemutus tenaga (*circuit breaker*) dengan tujuan mengisolir gangguan atau kondisi yang tidak normal seperti adanya: beban lebih, tegangan rendah, kenaikan suhu, beban



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



tidak seimbang, daya balik, frekuensi rendah, hubung singkat dan kondisi abnormal lainnya.

- b. Melepas / *mentripkan* peralatan yang berfungsi tidak normal untuk mencegah timbulnya kerusakan.
- c. Melepas / *mentripkan* peralatan yang terganggu secara cepat dengan tujuan mengurangi kerusakan yang lebih berat.
- d. Melokalisasi kemungkinan dampak akibat gangguan dengan memisahkan peralatan yang terganggu dari sistem. Peralatan yang terganggu dapat menyebabkan gangguan pada peralatan lain yang berada pada sistem.
- e. Melepas peralatan / bagian yang terganggu secara cepat dengan maksud menjaga stabilitas sistem, kontinuitas pelayanan, dan untuk kerja sistem. (Irwan Rinaldi Saragi, 2013)

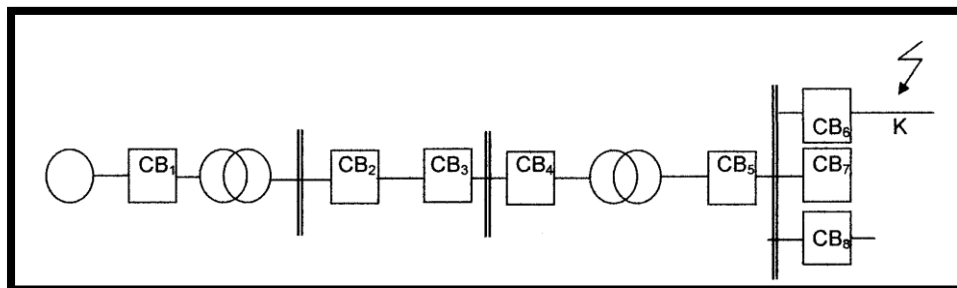
2. Syarat-syarat *relay* proteksi

Ada beberapa persyaratan yang sangat perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan sistem proteksi yang efektif yaitu:

a. Selektivitas

Yang dimaksud dengan selektif adalah kecermatan pemilihan dalam mengadakan pengamanan, hal ini menyangkut koordinasi pengamanan dari sistem secara keseluruhan.

Untuk mendapatkan keandalan yang tinggi, maka *relay* pengamanan harus mempunyai kemampuan selektif yang baik. Dengan demikian, segala tindakannya akan tepat dan akibatnya gangguan dapat dieliminasi menjadi sekecil mungkin. Berikut ini contoh sistem tenaga listrik yang mengalami gangguan.



Gambar 2. 10 Sistem tenaga listrik sederhana yang mengalami gangguan

Dalam sistem tenaga listrik seperti gambar di atas, apabila terjadi gangguan pada titik K, maka hanya CB 6 saja yang boleh bekerja sedangkan untuk CB 1, CB 2, dan CB yang lain tidak boleh bekerja.

b. Cepat

Relay harus cepat bereaksi / bekerja bila sistem mengalami gangguan atau kerja abnormal. Kecepatan bereaksi dari *relay* adalah saat *relay* mulai merasakan adanya gangguan sampai dengan pelaksanaan pelepasan *circuit breaker* (CB) karena komando dari *relay* tersebut.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Waktu bereaksi ini harus diusahakan secepat mungkin sehingga dapat menghindari kerusakan pada alat serta membatasi daerah yang mengalami gangguan / kerja abnormal.

Mengingat suatu sistem tenaga mempunyai batas-batas stabilitas serta kadang-kadang gangguan sistem bersifat sementara, maka *relay* yang semestinya bereaksi dengan cepat kerjanya perlu diperlambat (*time delay*), seperti yang ditunjukkan persamaan:

$$t_{op} = t_p + t_{cb} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

t_{op} = total waktu yang dipergunakan untuk memutuskan hubungan

t_p = waktu bereaksinya unit *relay*

t_{cb} = waktu yang dipergunakan untuk pelepasan CB

Pada umumnya untuk t_{op} sekitar 0,1 detik kerja peralatan proteksi sudah dianggap bekerja cukup baik.

c. Sensitivitas (kepekaan)

Yaitu besarnya arus gangguan agar alat bekerja. Harga ini dapat dinyatakan dengan besarnya arus dalam jaringan aktual (arus primer) atau sebagai presentase dari arus sekunder (trafo arus). *Relay* harus dapat bekerja dengan kepekaan yang tinggi, artinya harus cukup sensitif



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



terhadap gangguan didaerahnya meskipun gangguan tersebut minimum, selanjutnya memberikan jawaban / respon.

d. Reliabilitas (keandalan)

Keandalan *relay* dihitung dengan jumlah *relay* bekerja / mengamankan daerahnya terhadap jumlah gangguan yang terjadi. Keandalan *relay* dikatakan cukup baik bila mempunyai harga: 90% - 99%. Misalnya, dalam satu tahun terjadi gangguan sebanyak 25 kali dan *relay* dapat bekerja dengan sempurna sebanyak 23 kali, maka:

$$\text{Keandalan } relay = \frac{23}{25} \times 100 \% = 92 \% \dots\dots\dots (2)$$

Keandalan dapat di bagi menjadi dua, yaitu:

- 1) *Dependability*; *relay* harus dapat diandalkan setiap saat.
- 2) *Security*; tidak boleh salah kerja / tidak boleh bekerja yang bukan seharusnya bekerja.

e. Sederhana

Makin sederhana sistem *relay* semakin baik, mengingat setiap peralatan / komponen *relay* memungkinkan mengalami kerusakan. Jadi, sederhana maksudnya kemungkinan terjadinya kerusakan kecil (tidak sering mengalami kerusakan).

f. Murah (Ekonomis)



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Relay sebaiknya yang murah, tanpa meninggalkan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan.

3. **Klasifikasi *relay***

Dari beberapa macam *relay* yang ada, dapatlah kita membedakannya menurut klasifikasi berikut:

- a. Berdasarkan prinsip kerjanya
 - 1) *Relay* elektro-magnetis; tarikan dan induksi
 - 2) *Relay* termis
 - 3) *Relay* elektronis
- b. Berdasarkan konstruksinya
 - 1) Tipe angker tarikan
 - 2) Tipe batang seimbang
 - 3) Tipe cakram induksi
 - 4) Tipe kap induksi
 - 5) Tipe kumparan yang bergerak
 - 6) Tipe besi yang bergerak, dan lain-lain
- c. Berdasarkan besaran yang diukur
 - 1) *Relay* tegangan
 - 2) *Relay* arus
 - 3) *Relay* impedansi



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



4) *Relay* frekuensi, dan lain-lain

Selain itu pada *relay-relay* di atas masih juga dapat dibedakan seperti berikut:

- 1) *Over*, yaitu *relay* akan bekerja bila besaran / ukuran yang telah ditentukan dilampaui.
- 2) *Under*, yaitu *relay* akan bekerja bila berada sebelum / di bawah harga besaran yang telah ditentukan.
- 3) *Directional*, yaitu bekerjanya *relay* ditentukan oleh arah aliran tenaga listriknya.

d. Berdasarkan cara menghubungkan *sensing element*

- 1) *Primary relay; sensing element* berhubungan langsung dengan sirkit yang harus diamankan.
- 2) *Secondary relay; sensing element* mendapatkan arus dan atau tegangan dari trafo arus dan atau tegangan secara tidak langsung.

e. Berdasarkan cara kerja kontrol elemen

- 1) *Direct acting*; kontrol elemen bekerja langsung memutuskan aliran / hubungan.
- 2) *Indirect acting*; kontrol elemen hanya digunakan untuk menutup kontak, suatu peralatan lain digunakan memutuskan rangkaian / aliran.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI

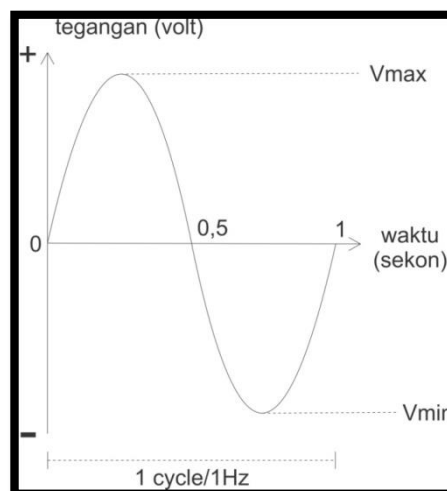


-
- f. Berdasarkan macam tugas / kegunaan
- 1) *Main relay*; sebagai elemen utama di dalam sistem pengamanan, jadi berhubungan langsung dengan besaran-besaran listrik yang diukur (arus, tegangan, dan lain-lain).
 - 2) *Supplementary relay*; sebagai *relay* pembantu, misalnya memperbanyak kontak, menjalankan sinyal, dan lain-lain.
- g. Berdasarkan karakteristik
- 1) *Instantaneous*
 - 2) *Definite time delay*, yakni *relay* yang bekerjanya dengan kelambatan waktu.
 - 3) *Inverse*
- h. Berdasarkan macam kontaktor
- 1) *Normally open*, kontak dalam keadaan terbuka, bila lilitan pada inti tidak mendapatkan tenaga (*de-energized*)
 - 2) *Normally closed*, tertutup bila *de-energized*

E. Frekuensi

Secara umum, frekuensi adalah banyaknya sesuatu yang terjadi setiap detiknya. Dalam kajian getaran, frekuensi dapat diartikan sebagai banyaknya getaran yang terjadi dalam satu sekon. Sedangkan dalam kajian gelombang, frekuensi dapat diartikan sebagai banyaknya gelombang yang

terjadi setiap satu sekon. Satuan yang digunakan untuk mengukur frekuensi adalah $1/s$ yang disebut juga Hertz disingkat Hz, yang diambil dari nama fisikawan Jerman Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894). Satuan frekuensi sering juga dituliskan dengan cps (*cycle per second*). Dalam dunia kelistrikan, frekuensi adalah karakteristik dari tegangan yang dihasilkan oleh generator. Frekuensi standar yang ada di Indonesia adalah 50 Hz. Frekuensi 50 Hz, maksudnya adalah tegangan yang dihasilkan suatu generator berubah-ubah nilainya terhadap waktu, nilainya berubah secara berulang-ulang sebanyak 50 *cycle* setiap detiknya. Jadi tegangan dari nilai nol ke nilai maksimum (+) kemudian nol lagi dan kemudian ke nilai maksimum tetapi arahnya berbalik (-) dan kemudian nol lagi dan seterusnya (kalau digambarkan secara grafik akan membentuk gelombang sinusoidal) dan ini terjadi dalam waktu yang cepat sekali, 50 *cycle* dalam satu detik.



Gambar 2. 11 Frekuensi 1 *cycle* (1 Hz)



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Pada gambar di atas, merupakan contoh frekuensi, sumbu y merupakan tegangan dan sumbu x adalah waktu. 1 *cycle* yang dimaksud adalah 1 siklus dimana tegangan berubah dari 0 ke tegangan maksimum(+), kemudian ke 0 dan ke tegangan maksimum tapi arahnya berbalik (-), kemudian kembali ke 0 lagi.

Pada beban listrik seperti lampu, tegangan yang ada pada lampu tersebut sudah berulang kali hilang (nol) tapi karena terjadi dalam waktu yang sangat cepat maka lampu tersebut terlihat tetap hidup.

Kestabilan beban listrik membutuhkan frekuensi yang tinggi supaya tegangan menjadi benar-benar halus (tidak terasa keadaan hidup (1) dan matinya (0)).

Tegangan yang berfrekuensi bisa disebut juga tegangan bolak-balik (*Alternating Current*), frekuensinya sebanding dengan putaran generator.

Bila dirumuskan, sebagai berikut:

$$N = \frac{120 \times f}{p} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

N = putaran (rpm)

f = frekuensi (Hz)

P = jumlah pasang kutub generator, umumnya P = 2.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Dengan menggunakan rumus di atas, untuk menghasilkan frekuensi 50 Hz maka generator harus diputar dengan putaran $N = 3000$ rpm, dan untuk menghasilkan frekuensi 60 Hz maka generator perlu diputar dengan putaran 3600 rpm, jadi semakin besar putaran generator maka semakin besar pula frekuensinya. Baik tegangan maupun frekuensi dari generator bisa berubah-ubah besarnya berdasarkan ukuran dari beban nol ke beban penuh. Ada beberapa spesifikasi menyebutkan tegangan $\pm 10\%$ dan frekuensi $\pm 5\%$. Ini artinya sistem suplai listrik atau generator harus didesain pada saat beban penuh tegangan tidak turun melebihi 10% dan pada saat beban nol tegangan tidak naik melebihi 10%, begitu juga dengan frekuensi.

F. *Relay* Proteksi Frekuensi

1. Under frequency relay (81)

Under Frequency Relay (UFR) adalah *relay* yang digunakan dalam skema proteksi sistem karena adanya penurunan frekuensi dengan cara melepas beban-beban. UFR terdiri dari beberapa tahapan yang dimulai dari frekuensi sebesar 49.00 Hz – 48.3 Hz.

UFR ini akan digunakan untuk keperluan pemisahan sistem pulau-pulau (*Island Operation*).

Prinsip kerja UFR adalah sebagai berikut:



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



-
- a. UFR bekerja bila frekuensi sistem lebih kecil atau sama dengan frekuensi *setting*.
 - b. Besaran *input* dari *relay* frekuensi adalah tegangan yang diambil dari trafo tegangan (PT), umumnya dari tegangan *busbar* atau *busbar* imitasi.
 - c. Pada kondisi *under voltage* (tegangan masukan sekunder PT turun di bawah nilai tertentu) *relay* ini akan memutuskan PMT.

Hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan UFR antara lain:

- a. Tingkat sensitifitas dari kerja UFR
- b. Kekuatan pembangkit kecil menahan *Overload*
- c. Lama waktu pembukaan PMT
- d. Besarnya pengaruh beban terhadap frekuensi system

2. Over frequency relay (81)

Over Frequency Relay (OFR) adalah *relay* yang digunakan dalam skema proteksi sistem karena adanya kenaikan frekuensi dengan cara melepas atau men-*trip*-kan unit pembangkit untuk mencegah kerusakan pada generator.

Prinsip kerja OFR adalah sebagai berikut:

- a. OFR bekerja bila frekuensi sistem lebih besar atau sama dengan frekuensi *setting*.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



-
- b. Besaran *input* dari *relay* frekuensi adalah tegangan yang diambil dari trafo tegangan (PT), umumnya dari tegangan *busbar* atau *busbar* imitasi.
 - c. Pada kondisi *over voltage* (tegangan masukan sekunder PT turun di bawah nilai tertentu) *relay* ini akan *mentripkan* unit.

Hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan OFR antara lain:

- a. Tingkat sensitifitas dari kerja OFR
- b. Kekuatan pembangkit kecil menahan *Overload*
- c. Lama waktu pembukaan PMT
- d. Besarnya pengaruh beban terhadap frekuensi sistem

G. *Busbar* (Rel)

1. Definisi *busbar* (rel)

Busbar atau rel adalah titik pertemuan atau hubungan trafo-trafo tenaga, SUTT, SKTT dan peralatan listrik lainnya untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik atau daya listrik. Ada pula yang mengartikan, *busbar* dalam sistem tenaga adalah lokasi di mana jalur transmisi, sumber generasi, dan beban distribusi bertemu. Oleh karena itu pemilihan sistem *busbar* sangatlah penting. Sistem *busbar* pada gardu induk harus dipilih secara ekonomis dan rasionil, dengan memperhatikan:



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



- a. Kemungkinan terjadinya gangguan (*probability*), seringnya dilakukan pemeriksaan dan pembangunan untuk perluasan kelak (*expanded*), termasuk keandalan alat-alat pada gardu induk, keadaan sekitar dan kecepatan kenaikan beban.
- b. Sukar atau mudahnya pemutusan pelayanan, termasuk faktor-faktor antara lain, sistem penyaluran tenaga listrik, seringnya bekerja gardu induk, dan tingkatkan pelayanan dalam daerah penyaluran beban.

Perlindungan *busbar* mungkin rumit dan bervariasi dengan topologi *bus*. Banyak *busbar* menghubungkan semua sirkuit untuk satu segmen umum dari *busbar*. Komplikasi untuk *bus* ini adalah hanya jumlah sirkuit terhubung. Namun, *busbar* tertentu mungkin memiliki beberapa segmen *bus*, dengan sirkuit individu yang terhubung ke segmen *bus* yang berbeda tergantung pada kebutuhan operasi. Untuk *bus* kompleks seperti, perlindungan *busbar* harus mampu melindungi setiap segmen *bus* individual, dan dinamis melacak sirkuit terhubung ke segmen *bus* tertentu. Semua generator sinkron pada pusat pembangkit listrik menyalurkan tenaga listrik ke rel pusat listrik. Demikian pula semua saluran yang mengambil maupun yang mengirim tenaga listrik dihubungkan ke rel ini.

Mayoritas kesalahan *busbar* melibatkan fase satu dan bumi, tetapi kesalahan muncul dari berbagai banyak. Bahkan, sebagian besar hasil



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



kerusakan pada *busbar* dari kesalahan manusia dan bukan kegagalan komponen *switchgear*.

2. Jenis-jenis *busbar*

Adapun jenis-jenis *busbar* antara lain:

- a. *Busbar* tunggal (*Single busbar*)
- b. *Busbar* ganda (*Double busbar*)
- c. *Busbar* dengan satu setengah PMT (*One Half Breaker Busbar*)
- d. *Busbar* cincin (*Ring Busbar*)

1. Jenis gangguan *bus*

Gangguan-gangguan daerah *bus* secara umum dapat digolongkan dalam satu dari pengertian-pengertian berikut.

- a. Kegagalan dari pemutus-pemutus rangkaian (*circuit breakers*) untuk menyela arus gangguan atau kegagalan untuk membebaskan (*clear*) di bawah kondisi-kondisi gangguan terus.
- b. Kegagalan isolasi karena keburukan material.
- c. *Flashover* yang disebabkan oleh tegangan-tegangan lebih yang diperpanjang dan berlebihan.
- d. Kesalahan di dalam operasi dan pemeliharaan *switchgear*.
- e. Benda asing yang tanpa sengaja menjatuhkan *busbar*.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Pembebasan suatu gangguan *bus* memerlukan pembukaan semua cabang rangkaian dari *bus* atau tampang *bus* (*bus section*) yang terganggu (kecuali rangkaian-rangkaian yang tidak punya umpan balik (*feedback*)).

H. Generator

Generator adalah jenis mesin listrik yang banyak digunakan pada pembangkit tenaga listrik, yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Generator AC juga bisa disebut Alternator, mesin sinkron yang juga dapat digunakan untuk memperbaiki power factor. Keuntungan pada mesin sinkron adalah karena tidak menggunakan sikat komutasi. Tegangan yang dibangkitkan pada Alternator adalah sebanding dengan fluks dan putarannya, sedangkan frekuensinya sebanding dengan putaran dan jumlah kutubnya. (A.M.Baskara Joyo, 2012). Generator arus bolak balik dibagi menjadi dua jenis, yaitu: Generator AC 1 fasa dan Generator AC 3 fasa.

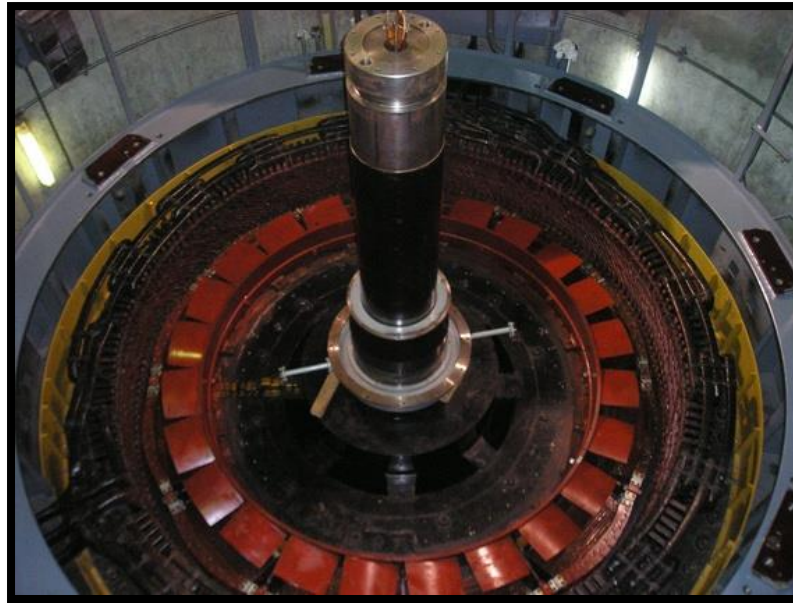
Adapun komponen utama generator yaitu:

a. Rotor

Rotor adalah bagian dari motor listrik atau generator yang berputar.

b. Stator

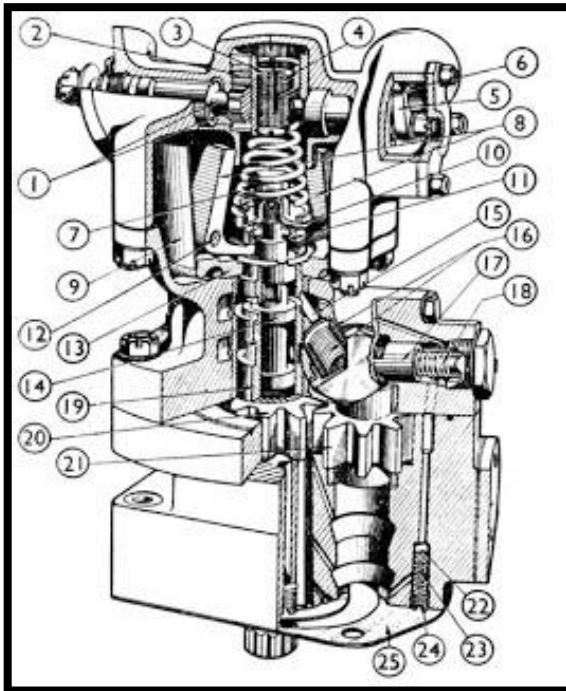
Stator adalah bagian dari motor listrik yang diam atau statis.



Gambar 2. 12 Generator

I. Governor

Governor adalah sebuah peralatan mekanis yang fungsinya adalah mengatur putaran dari sebuah mesin (turbin, mesin diesel), yaitu dengan cara mengatur jumlah masuknya aliran fluida, baik itu gas, uap, maupun cair ke turbin ataupun ruang bakar. *Governor* pertama kali dipergunakan pada pengoperasian mesin uap, kala itu kerja dari *governor* itu sendiri diperuntukkan untuk pengaturan jumlah aliran uap yang masuk pada turbin uap, baru setelah itu penggunaan *governor* mulai diaplikasikan pada mesin diesel dan turbin gas.



Gambar 2. 13 Bagian- bagian governor

Keterangan:

1. *Speed control shaft and pinyon*
2. *Speed control rack*
3. *Adjusting screw*
4. *Locking plug*
5. *Rocker arm*
6. *Maximum RPM adjusting screw*
7. *Governor spring*
8. *Governor weight*
9. *Governor shield*
10. *Governor spring collar*
11. *Ballrace*
12. *Pivot*
13. *Governor shield carrier*
14. *Control Valve*
15. *Feathering valve*
16. *Feathering valve spring*
21. *Boost pump idle gear*
22. *dump ball valve*

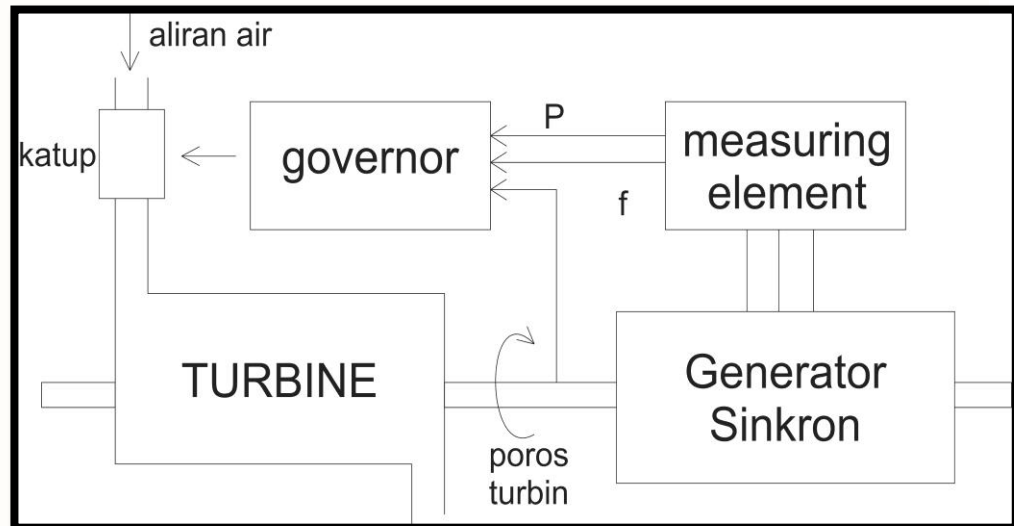


KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 17. <i>Relief Valve</i> | 23. <i>Valve spring</i> |
| 18. <i>Relief valve spring</i> | 24. <i>Adjusting scre</i> |
| 19. <i>Driving shaft</i> | 25. <i>Engine mounting joint</i> |
| 20. <i>Boost pump driving gear</i> | |

Energi listrik yang dibangkitkan oleh generator sinkron (*synchronous generator*) berasal dari energi yang dihasilkan oleh putaran poros turbin. Energi untuk memutar turbin tersebut berasal dari fluida yang digunakan. Misalkan, PLTU menggunakan fluida uap air, pusat listrik menggunakan fluida air, dan PLTG menggunakan fluida gas. Untuk mengontrol jumlah energi yang dihasilkan generator, maka jumlah fluida yang memasuki turbin haruslah dikontrol. Banyak sedikitnya fluida yang masuk, tergantung pada bukaan katup (*valve*), valve ini dikontrol oleh *governor*. Untuk menentukan besarnya bukaan *valve*, maka *governor* akan mendapat sinyal masukan berupa daya setting (P_{ref}), daya aktual keluaran generator (P), frekuensi (f), atau putaran turbin (w). Dari sini, pengertian *governor* akan lebih mudah dipahami.



Gambar 2. 14 Diagram sederhana sistem kerja Governor.

J. Beban

Beban listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Dalam kehidupan sehari-hari, contoh beban listrik adalah setrika listrik, lampu listrik, televisi, kompor listrik, dan lain-lain. Beban listrik dikatakan juga sebagai hambatan/resistan (*resistance*) dalam ilmu listrik.

Ada 2 jenis beban listrik berdasarkan sumbernya:

- a. Beban listrik tegangan searah; Pada tegangan searah, semua beban adalah resistif (tidak ada pergeseran fase atau sudut) maka rumus yang digunakan adalah rumus pada hukum Ohm.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



b. Beban Listrik Tegangan bolak-balik; Dalam sistem listrik arus bolak-balik, jenis beban dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu:

1) Beban resistif (R)

Beban resistif (R) yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm saja (resistance), seperti elemen pemanas (heating element) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tegangan dan arus sefasa.

2) Beban induktif (L)

Beban induktif (L) yaitu beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti *coil*, transformator, dan solenoida. Beban ini dapat mengakibatkan pergeseran fasa (*phase shift*) pada arus sehingga bersifat *lagging*. Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan magnetis akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan daya reaktif.

3) Beban kapasitif (C)

Beban kapasitif (C) yaitu beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



(*electrical discharge*) pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus leading terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



BAB III

PEMBAHASAN

A. Pusat Listrik Bilibili

Pusat Listrik Bilibili mulai beroperasi pada dengan daya terpasang masing-masing untuk Unit #1 = 5.8 MW dan Unit #2 = 13.7 MW menggunakan trafo daya 6,6/20 kV.

Dengan menggunakan *bus line* 20 kV, Pusat Listrik Bilibili mendistribusikan daya melalui empat *feeder*, yaitu dua *feeder express* yang menuju Gardu Induk (GI) Borongloe dan 2 *feeder* langsung ke beban yaitu F. Lanna/ Malino dan *feeder* Pakatto.

Pusat Listrik Bilibili menggunakan turbin tipe Kaplan dengan tinggi jatuh (*Net head*) maksimum 50.71 m dan minimum 22.13 m. Total *discharge* maksimum untuk dua unit = 44.8 m³/s. *Discharge* maksimum masing-masing unit adalah Unit #1 = 13.1 m³/s dan Unit #2 = 31.7 m³/s.

Pola pengoperasian Pusat Listrik Bilibili diatur oleh Dinas PU berdasarkan kuota air yang disesuaikan dengan kondisi elevasi dan kebutuhan air dihilir yang dipakai untuk kebutuhan PDAM, irigasi, dan industri. Kecuali pada musim hujan pada elevasi 99.50 m.dpl, pemakaian air Pusat Listrik Bilibili dioperasikan secara maksimal.

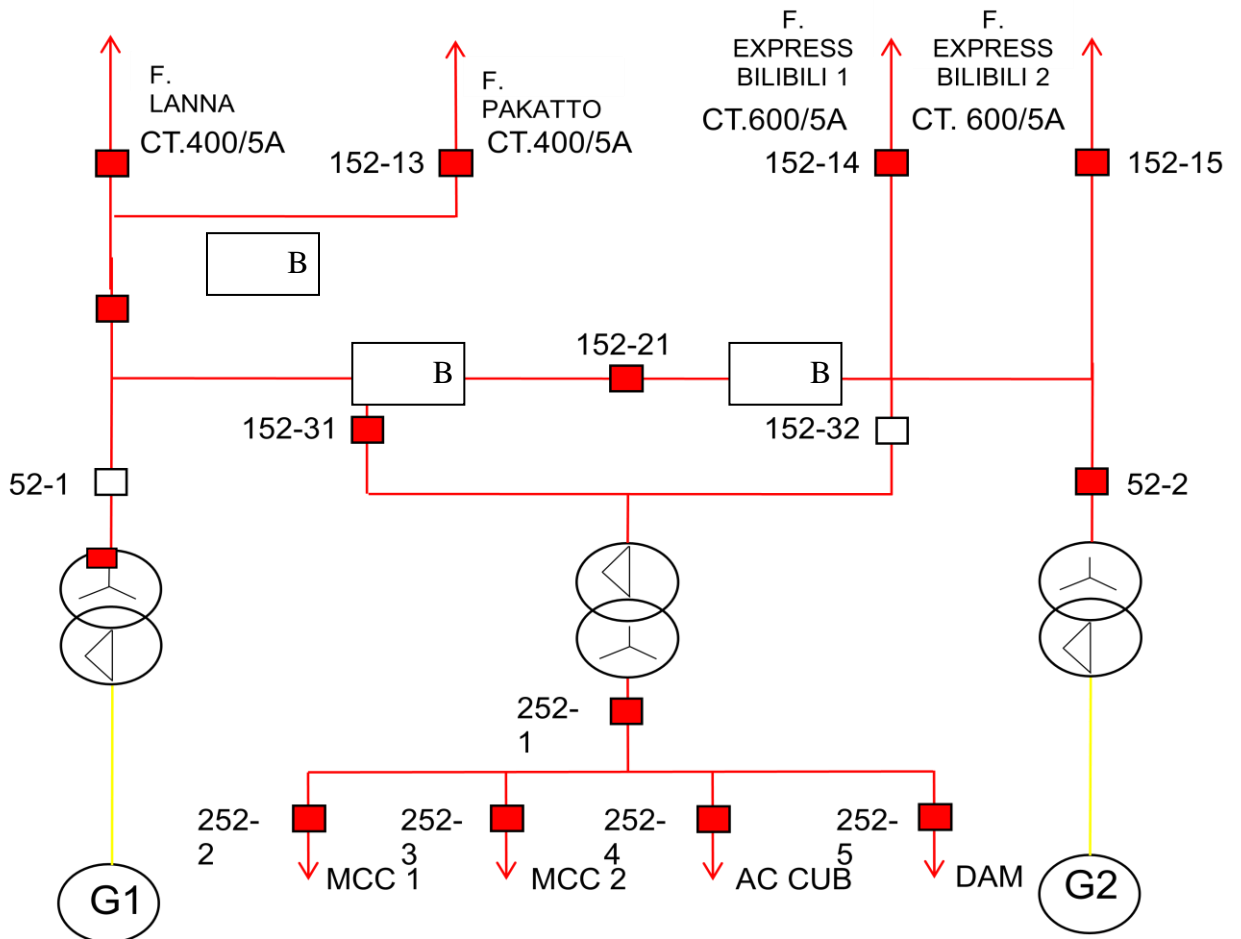


KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Air ditampung pada sebuah waduk (*reservoir*) dengan luas 384,4 Km². Air ini kemudian dibendung dan dialirkan melalui *intake* dilengkapi dengan *trash rake* sebagai penyaring sampah dari waduk (*reservoir*). Kemudian air dialirkan menuju *penstock* yang bercabang 2, yakni ke Unit #1 dan Unit #2, dengan total daya *output* 19,5 MW. Air kemudian dialirkan ke turbin melalui *inlet valve* dengan bantuan *servomotor* sebagai penggerak *guide vane*. Poros turbin dihubungkan dengan rotor generator melalui kopling, sehingga menghasilkan putaran dan menimbulkan induksi pada kumparan stator yang selanjutnya menghasilkan tegangan listrik 6,6 kV. Putaran turbin Unit #1 dipertahankan 500 rpm dan Unit #2 dipertahankan 375 rpm agar frekuensinya tetap konstan. Tegangan generator dari 6.6 kV dialirkan ke trafo utama untuk menaikkan tegangan menjadi 20 kV. Energi listrik dari generator ini diatur dan ditransfer oleh *main transformer* agar sesuai dengan kapasitas *transmission line* (tegangan, daya, dan lain-lain) untuk dibagikan ke beban atau konsumen.

B. Relay Proteksi Frekuensi (81)



Gambar 3. 1 Gambar *Single line diagram*

Di Pusat Listrik Bilibili sendiri penggunaan *relay* ini dipasang pada *busbar* sebagai *busbar protection (86BP)*, *relay* ini terhubung dengan *locking-out relay (86)*. *Locking-out relay* berfungsi menerima *signal trip* dari *relay-relay*



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



proteksi dan kemudian meneruskan *signal trip* ke PMT, alarm, dan peralatan lain serta mengunci.

Sesuai pada gambar *single line diagram*, pada Pusat Listrik Bilibili terdapat 3 busbar, yaitu *Bus 1*, *Bus 2*, dan *Bus 3*. *Bus 1* digunakan untuk saluran langsung (*direct supply*) penyaluran daya ke konsumen, *Bus 2* untuk trafo pemakaian sendiri (PS) dan peralatan tenaga listrik Pusat Listrik Bilibili, dan *Bus 3* untuk saluran *express feeder*. Daya maksimal yang disalurkan ke Lanna / Malino kurang lebih 2,5 MW dan untuk Pakatto kurang lebih 3 MW, kemudian sisanya 14 MW disalurkan untuk sistem interkoneksi melalui *feeder express* Bilibili1 dan Bilibili2.

Ketika mengalami gangguan frekuensi; *under* frekuensi (frekuensi rendah) maka *relay* akan mengirim *signal* pada alarm, sehingga alarm aktif. Kemudian alarm akan muncul pada *control display* pada ruang operator. Jika keadaan abnormal tersebut berlangsung hanya sesaat, maka untuk mengembalikan ke keadaan normal, operator hanya perlu me-*reset* alarm. Jika frekuensi gangguan sampai dengan *setting* yang telah ditetapkan, *relay* akan mengirim *signal (trip)* pada PMT 52-1 dan 52-2 untuk mengamankan trafo dari gangguan. Generator 1 (G1) mampu menghasilkan daya 5,8 MW dan Generator 2 (G2) mampu menghasilkan 13,7 MW, jadi saat beroperasi secara maksimal dan terjadi gangguan yang menyebabkan *feeder* / beban lepas, jika *feeder* yang lepas adalah salah satu dari *feeder express* maka 19,5



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN *UNDER FREQUENCY*
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



MW – 7 MW = 12,5 MW , maka G1 harus ditripping sehingga *relay* akan mengirim, *signal (trip)* pada PMT 52-1, sehingga G1 akan berhenti bekerja. Sedangkan ketika kedua *feeder express* lepas maka, *relay* akan mengirim *signal (trip)* ke PMT 52-1 dan 52-2, untuk mentripping kedua unit.

C. *Setting Relay* Proteksi Frekuensi *Busbar* Pusat Listrik Bilibili

Pusat Listrik Bilibili memiliki 2 unit generator yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan kemampuan 19,5 MW. *Relay* proteksi frekuensi pada *busbar* yang digunakan pada Pusat Listrik Bilibili adalah *relay* 81, spesifikasi dan penyettingan dari masing-masing *relay under* frekuensi dan *over* frekuensi adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Nilai penyettingan *relay under* frekuensi dan *over* frekuensi *busbar* (Unit Stop)

	Setting		Measu re Frequ ency	Indication		S o u n d	Res ult
	Freque ncy	Ti m e r		(COMM ON)	(U NIT)		
	52 Hz	0	52.1	181H-2	-	-	Goo



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN *UNDER FREQUENCY*
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



		1	Hz				d
2	48 Hz	0	47.9 Hz	181L-2	-	-	Goo d
3	48Hz(1 7kV)	/	- Hz	- (No Alarm)	-	-	Goo d

Berdasarkan tabel di atas, adalah nilai *setting* dan pengujian pada saat unit *stop* atau tidak berbeban, dapat kita lihat bahwa pada *setting over* frekuensi, *relay* diatur pada nilai 52 Hz, dan untuk *under* frekuensi diatur pada 48 Hz. Saat *relay* diuji menggunakan frekuensi 52,1 Hz, ada indikasi 181H-2, 181 adalah kode *relay* frekuensi, H adalah *High* (tinggi) atau sebagai indikasi gangguan *over* frekuensi pada *relay*, 2 adalah kode letak gangguan pada bus 2. Pada saat pengujian, unit dalam keadaan *stop*, jadi pengetesan yang dilakukan hanya *relay* tanpa unit yang beroperasi. Begitu pula dengan keadaan *under* frekuensi yang diuji dengan frekuensi 47,9 Hz, indikasi yang bekerja adalah 181L-2, 181 adalah kode *relay* frekuensi, L adalah *Low* (rendah) atau sebagai indikasi gangguan *under* frekuensi pada *relay*, 2 adalah kode letak gangguan pada bus 2.



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



Selanjutnya, yang ketiga yaitu pengujian *relay* dengan keadaan frekuensi 48 Hz, 48 Hz yaitu batas minimal *setting* frekuensi yang dapat ditolerir oleh sistem, dengan tegangan *busbar* 17 kV, dapat dilihat bahwa dalam keadaan tersebut tidak ada indikasi yang bekerja karena pada keadaan 48 Hz masih adalah *setting* dari *relay* itu, yang artinya *relay* dalam keadaan baik dan layak operasi.

Tabel 3. 2 Nilai penyettingan relay under frekuensi dan over frekuensi busbar (Unit Prepa)

	Setting		Measure 86-1 op.time	Indication		Sound	Result
	Frequency	Time		(COMM ON)	(UNIT)		
1	53 Hz	0.1 s	657 ms	181H-2	86BP ,86- 1	BELL	Good
2	47 Hz	0.1 s	625 ms	181L-2	86BP ,86- 1	BELL	Good



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN *UNDER FREQUENCY*
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Berdasarkan tabel 3.2, adalah nilai *setting* dan pengujian pada saat kondisi unit *Preparation* atau kondisi persiapan operasi, dapat kita lihat bahwa pada *setting over* frekuensi, *relay* diatur pada nilai 52 Hz, dan untuk *under* frekuensi diset pada 48 Hz.

Saat *relay* diuji menggunakan frekuensi 53 Hz, ada indikasi 181H-2, 181 adalah kode *relay* frekuensi, H adalah *High* (tinggi) atau sebagai indikasi gangguan *over* frekuensi pada *relay*, 2 adalah kode letak gangguan pada bus 2. Pada saat pengujian, *relay* frekuensi dihubungkan dengan *locking-out relay* (86), *locking-out relay* ini berfungsi untuk mengunci rangkaian pada saat terjadi keadaan abnormal sehingga, peralatan tersebut tidak dapat digunakan sebelum *locking-out relay* tersebut di-*reset*, hal ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan (*safety*) untuk manusia dan peralatan. *Locking-out relay* ini berfungsi sesaat setelah *relay* frekuensi mendeteksi adanya keadaan abnormal pada detik ke 0,657s. Indikasi 86-BP, adalah tanda bahwa keadaan abnormal terjadi pada busbar, kode BP adalah *Busbar Protection*.

Begitu pula dengan keadaan *under* frekuensi yang diuji dengan frekuensi 47 Hz, indikasi yang bekerja adalah 181L-2, 181 adalah kode *relay* frekuensi, L adalah *Low* (rendah) atau sebagai indikasi gangguan *under* frekuensi pada *relay*, 2 adalah kode letak gangguan pada bus 2. Pada saat pengujian, *relay* frekuensi dihubungkan dengan *locking-out relay* (86).



**KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI**



Locking-out relay ini berfungsi sesaat setelah *relay* frekuensi mendeteksi adanya keadaan abnormal pada detik ke 0,625s. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *relay* tersebut dalam keadaan baik dan layak operasi dalam keadaan unit (*preparation*).

Tabel 3. 3 Nilai penyettingan relay under frekuensi dan over frekuensi busbar (Unit Load)

	Setting		Meas ure 86-1 op.ti me	Indication		S o u n d	Res ult
	Freque ncy	Ti m e r		(COMM ON)	(UNI T)		
	53 Hz	0 . 1 s	623 ms	181H-2	86BP ,86- 1	B E L L	Goo d

Berdasarkan tabel 3.3, adalah nilai *setting* dan pengujian pada saat kondisi unit *load* atau berbeban, dapat kita lihat bahwa pada *setting over* frekuensi, *relay* diatur pada nilai 52 Hz, dan untuk *over* frekuensi diatur pada 53 Hz. *Relay* diuji menggunakan frekuensi 53 Hz, ada indikasi 181H-2, 181 adalah kode *relay* frekuensi, H adalah *High* (tinggi) atau sebagai indikasi



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI

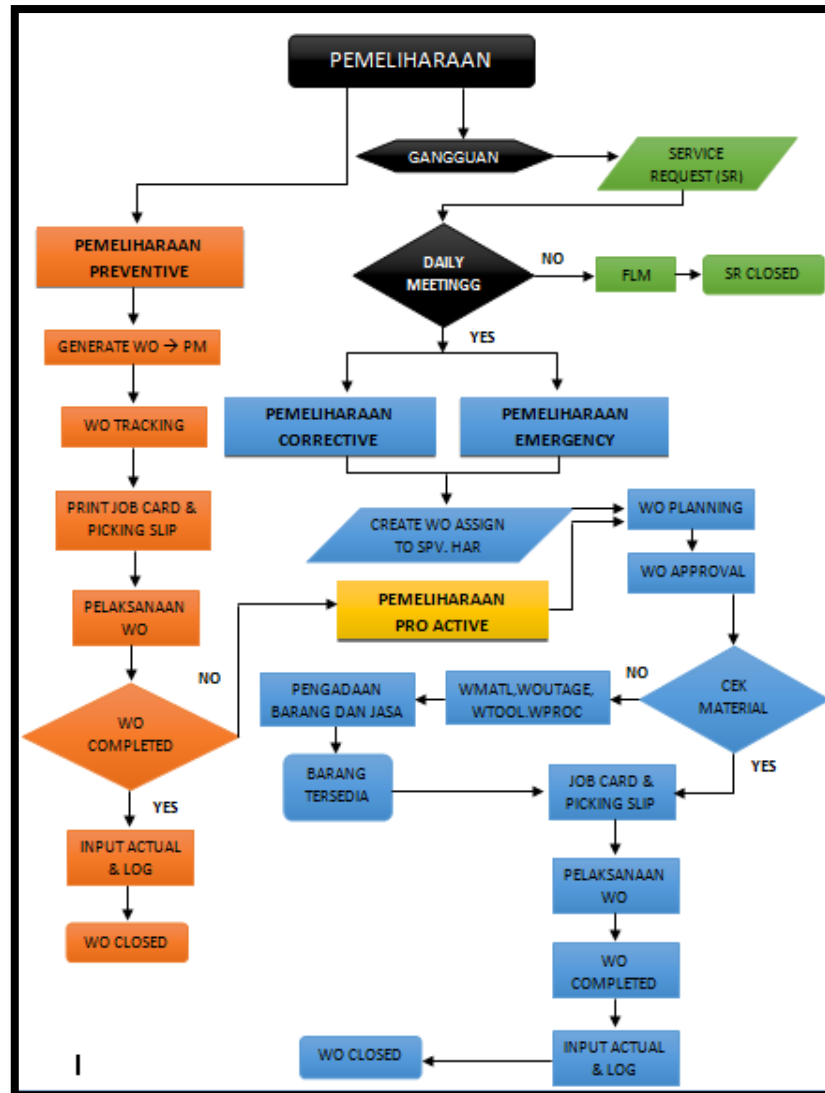


gangguan *over* frekuensi pada *relay*, 2 adalah kode letak gangguan pada *bus*

2. Pada saat pengujian, *relay* frekuensi dihubungkan dengan *locking-out relay* (86), *locking-out relay* ini berfungsi untuk mengunci rangkaian pada saat terjadi keadaan abnormal sehingga, peralatan tersebut tidak dapat digunakan sebelum *locking-out relay* tersebut di-*reset*, hal ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan (*safety*) untuk manusia dan peralatan. *Locking-out relay* ini berfungsi sesaat setelah *relay* frekuensi mendeteksi adanya keadaan abnormal pada detik ke 0,657 s.

D. Penanggulangan Gangguan

Apabila terjadi gangguan atau kerusakan pada pembangkit, maka gangguan dan kerusakan tersebut diupayakan dapat diatasi sesegera mungkin dan seefisien mungkin sehingga unit dapat segera dipulihkan kembali dan dapat beroperasi secara normal. Namun, jika gangguan yang dialami tidak bisa diselesaikan oleh operator, maka akan dibuatkan SR (Service Request), gangguan akan dialihkan ke pihak pemeliharaan untuk dilakukan perbaikan lanjutan. Untuk lebih jelasnya, penanganan gangguan pembangkit dapat dilihat melalui *flow chart* komunikasi berikut.



Gambar 3. 2 Flow chart komunikasi penanggulangan gangguan



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN *UNDER FREQUENCY*
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melaksanakan evaluasi ini, penulis dapat menarik kesimpulan bahwa:

1. *Busbar* pada Pusat Listrik Bilibili dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *Bus 1* digunakan untuk saluran langsung (*direct supply*) penyaluran daya ke konsumen, *Bus 2* untuk trafo pemakaian sendiri (PS) serta peralatan listrik Pusat Listrik Bilibili, dan *Bus 3* untuk saluran *express feeder*.
2. *Relay* proteksi frekuensi pusat listrik Bilibili diset dengan nilai 48 Hz untuk *under* frekuensi dan 52 Hz untuk *over* frekuensi.
3. Gangguan *under frequency* pada Pusat Listrik Bilibili biasanya disebabkan oleh *tripnya* unit karena gangguan dari dalam pembangkit, dan untuk *over frequency* lebih sering disebabkan oleh *tripnya feeder express* dari GI Borongloe.
4. Penanggulangan gangguan frekuensi dengan gangguan lebih atau sama dengan nilai *setting* harus dengan *mentripkan* unit untuk menjaga gangguan tidak sampai pada generator atau peralatan listrik lainnya.

B. Saran

Adapun saran yaitu, perlunya pengkajian mengenai peletakan *relay* proteksi pada *busbar* Pusat Listrik Bilibili, mengingat rentannya terjadi gangguan *over frequency* dan *under frequency* pada jangka waktu yang sangat berdekatan.



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



DAFTAR PUSTAKA

- Alawiy, Muhammad Taqiyyuddin. 2006. *Proteksi Sistem Tenaga Listrik Bab I*, (Online),
(<https://taqiyyuddinalawiy.files.wordpress.com/2012/09/diktat-proteksi-sistem-tenaga-listrik.pdf>, diakses 21 Mei 2020)
- Joyo, A.M. Baskara. 2012. Tugas Makalah MESIN LISTRIK, (Online),
(<https://www.academia.edu/7968165/TugasMakalahMESINLISTRIK>, diakses 25 April 2020)
- Marsudi, Djiteng. 2010. *Pembangkitan Energi Listrik*: Erlangga.
- , 2011. *Pembangkitan Energi Listrik*: Erlangga.
- Pandjaitan, Bonar. 2012. *Praktek-Praktek Proteksi Sistem Tenaga Listrik*: Yogyakarta.
- Saragi, Irwan Rinaldi. 2013. JURNAL 1 SISTEM PROTEKSI PEMBANGKIT, (Online),
(<http://www.academia.edu/5681744/JURNAL1SISTEMPROTEKSIPEMBANGKIT>, diakses 21 Mei 2016)
- Supriyadi, Edy. 2005. *Sistem Pengaman Tenaga Listrik*: Adicita Karya Nusa.
- Suryatmo, F. 2002. *Dasar-Dasar Teknik Listrik*: Rineka Cipta
- Universitas Sumatera Utara. Tanpa Tahun. *Dasar Teori Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Piko Bab II*, (Online),
(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/21804/4/Chapter%20II.pdf>, diakses 25 April 2016)
- Zuhal. 2000. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*: Gramedia.




KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



LAMPIRAN

Lampiran 1

 PT. PLN (Persero) Wil. Sulselrabar
Sektor Pembangkitan Bakaru
Pusat Listrik Bilibili

LAPORAN GANGGUAN PEMBANGKIT

I. WAKTU KERUSAKAN

- Hari / Tanggal : Jumat, 25 Maret 2016

II. DATA TEKNIK

- Nama Pembangkit : Pusat Listrik Bilibili
- No. Unit : Unit 2
- Daya Terpasang : 14.1 MW
- Merek / Type : TOSHIBA / Kaplan
- Tahun Operasi : 2006

III. KRONOLOGI

a. Beban Sebelum Terjadi Gangguan : Unit 2 (14.0 MW)

b. Indikasi Yang Muncul :

- 181H-2, 181H-3 (20 kV bus over frequency)
- 86BP (20 kV bus heavy fault)
- 86-1 (Emergency stop relay operation)

c. Urutan Kejadian :

- 15:05:58 F. Express Bilibili 1 dan 2 hilang tegangan di GI Borongloe, menyebabkan indikasi alarm 181H-2 dan 181H-3.
- 15:05:58 Unit 2 trip
- 15:06:00 Menginformasikan ke UPB bahwa Unit 2 trip
- 15:06:02 Tegangan 20 kV sudah masuk pada F. Express Bilibili 1 dan 2
- 15:15:00 Mereset indikasi Alarm.
- 15:18:01 Menginformasikan ke UPB bahwa unit 2 akan start
- 15:25:35 Unit 2 start
- 15:28:51 Unit 2 Paralel
- 15:29:04 Menginformasikan ke UPB bahwa Unit 2 paralel menuju beban maksimal

IV. PERKIRAAN PENYEBAB GANGGUAN

- ❖ Express feeder Bilibili 1 dan 2 Trip di Gardu induk Borongloe, Indikasi Ground Fault menyebabkan Unit 2 trip (Cuaca Buruk).



V. AKIBAT YANG DITIMBULKAN

- Pemadaman : -
- Parts yang rusak : Tidak ada
- Perkiraan kerugian : Unit 2 : 14.0 MW X 0.3755 jam = 5.257 MWh tidak tersalur



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



No	HARI / TANGGAL	URAIAN / MUTASI	KETERANGAN
		 PT. PLN (Persero) Wil. Sulselrabar Sektor Pembangkitan Bakar Pusat Listrik Bilibili	
		VI. RENCANA PERBAIKAN Penanggulangan gangguan dilakukan oleh bidang terkait (GI Borongloe, DCC Makassar dan UPB)	
		VII. PERKIRAAN UNIT BEROPERASI KEMBALI Unit 2 dapat beroperasi kembali tanggal 25 Maret 2016 pukul 15:28:51 WITA dibeban 14.0 MW Demikian kami laporkan untuk dijadikan bahan evaluasi lebih lanjut.	
			Bilibili, 25 Maret 2016 Manajer Puslist Bilibili
			MANSYUR 


Laporan gangguan pembangkit 25 Maret 2016



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



Lampiran 2

 PT. PLN (Persero) Wil. Sulselrabar
Sektor Pembangkitan Bakar
Pusat Listrik Bilibili

LAPORAN GANGGUAN PEMBANGKIT

I. WAKTU KERUSAKAN

- Hari / Tanggal : Senin, 26 April 2016

II. DATA TEKNIK

- Nama Pembangkit : Pusat Listrik Bilibili
- No. Unit : HU#1 & HU#2
- Daya Terpasang : 6 MW & 14.1 MW
- Merek / Type : TOSHIBA / Kaplan
- Tahun Operasi : 2006


III. KRONOLOGI

- a. Beban Sebelum Terjadi Gangguan : unit 1 (3.7 MW) dan unit 2 (13.6 MW)
- b. Indikasi Yang Muncul :
 - 151S-4 Line short circuit over current (Line 4)
 - 151G-4 Line ground over current (Line 4)
 - 79FT-4 Final Trip operation (Line4)
 - 181L-2 20 kV bus under frequency (unit 1 slide)
 - 181H-3 20 kV bus over frequency (unit 3 slide)
 - 86-1 (Emergency stop relay operation)
 - 86-2 (Quick stop relay operation)
 - 86GOV (Governor control unit heavy fault)
 - 86BP (20 kV bus heavy fault)
- c. Urutan Kejadian :
 - 17:33:29 F. Express Bilibili 1 dan 2 hilang tegangan di GI Borongloe dengan indikasi alarm 151S-4 dan 151G-4.
 - 17:33:30 Muncul indikasi alarm 79FT-4
 - 17:33:30 Muncul indikasi alarm 181L-2 dan 181H-3.
 - 17:33:30 Unit 1 dan 2 trip dengan indikasi alarm 86-1, 86-2, 86GOV.
 - 17:33:31 Muncul indikasi alarm 86BP pada unit 1 dan 2
 - 17:33:31 Menginformasikan ke UPB bahwa unit 1 dan 2 trip.
 - 17:33:33 Mereset indikasi Alarm.
 - 18:13:39 Menginformasikan ke UPB bahwa unit 1 dan 2 akan start
 - 18:13:47 Unit 2 start
 - 18:13:55 Unit 1 start
 - 18:17:38 Menginformasikan ke UPB bahwa Unit 2 paralel menuju beban 13,7 MW
 - 18:17:53 Menginformasikan ke UPB bahwa Unit 1 paralel menuju beban 3,7 MW



KULIAH KERJA PRAKTEK (KKP)
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
SISTEM PROTEKSI *RELAY OVER*
FREQUENCY DAN UNDER FREQUENCY
PADA BUSBAR 20 KV PUSAT LISTRIK
BILIBILI



 PT.PLN (Persero) Wil. Sulselrabar
Sektor Pembangkitan Bakaru
Pusat Listrik Bilibili

IV. PERKIRAAN PENYEBAB GANGGUAN

- ❖ Express feeder Bilibili 1 dan 2 Trip di Gardu induk Borongloe, Indikasi Ground Fault menyebabkan Unit 1 dan 2 trip (Cuaca Buruk).

V. AKIBAT YANG DITIMBULKAN

- Pemadaman : -
- Parts yang rusak : Tidak ada
- Perkiraan kerugian :
 - Unit 1 : $3,7 \text{ MW} \times 0,7397 \text{ jam} = 2,736 \text{ MWh}$ tidak tersalur
 - Unit 2 : $13,7 \text{ MW} \times 0,7355 \text{ jam} = 10,076 \text{ MWh}$ tidak tersalur
 - Total daya unit 1 dan 2 yang tidak tersalur 12,812 MWh

VI. RENCANA PERBAIKAN

Penanggulangan gangguan dilakukan oleh bidang terkait (GI Borongloe, DCC Makassar dan UPB)

VII. PERKIRAAN UNIT BEROPERASI KEMBALI

- Unit 1 dapat beroperasi kembali tanggal 26 April 2016 pukul 18:17:53 WITA dibeban 3,7 MW
- Unit 2 dapat beroperasi kembali tanggal 26 April 2016 pukul 18:17:38 WITA dibeban 13,7 MW

Demikian kami laporkan untuk dijadikan bahan evaluasi lebih lanjut.

Bilibili, 26 April 2016
Manajer Puslist Bilibili

MANSYUR

Laporan gangguan pembangkit 26 April 2016