

Perancangan Sistem Proteksi Menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110 Pada PLTMH Bintang Asih

Rimbawati¹⁾, Yusniati²⁾

¹⁾Prodi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

²⁾Prodi Teknik Elektro, Universitas Islam Sumatera Utara

rimbawati@umsu.ac.id; yusniati@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis, dengan cara memutar turbin dan generator untuk menghasilkan daya listrik skala kecil, yaitu sekitar 1 KW-100 KW. Pada sebuah pembangkit listrik, hal yang sangat perlu diperhatikan adalah kestabilan tegangan dan frekuensi keluaran yang dihasilkan oleh generator, hal ini diperlukan untuk mengamankan peralatan konsumen agar tidak mengalami kerusakan. PLTMH sangat membutuhkan sistem proteksi yang mampu mengatasi jika terjadi gangguan baik dari dalam maupun dari luar sistem. Dalam penelitian ini sistem proteksi yang digunakan adalah Modul Deep Sea Elektronik 3110 yang berguna untuk memproteksi adanya under dan over voltage serta memproteksi ketidakstabilan frekuensi. Sistem ini bekerja secara otomatis untuk memproteksi adanya gangguan, lalu di setting menggunakan software DSE 3110 Configuration Suite dengan kecepatan 0,5s. Apabila terjadinya over frequency 67,1 Hz, dan under frequency 27,9 Hz, begitu juga dengan over voltage 260 Volt dan under voltage 100 Volt maka Buzzer akan berbunyi sebagai indicator Alarm.

Kata Kunci: PLTMH, Frekuensi, Deep Sea, Alarm

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat diperlukan untuk kehidupan saat ini. Kerena segala aktivitas kehidupan manusia tidak bisa terlepas dari kebutuhan akan energi listrik, terutama untuk kebutuhan rumah tangga, sektor usaha dan industri. Begitu banyak permasalahan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut, terutama diakibatkan besarnya ketergantungan kita terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM), apalagi ditambah dengan naiknya BBM tentu akan semakin memberatkan pihak PLN untuk menyediakan energi listrik tersebut, sehingga konsekuensinya pemerintah menaikkan Tarif Dasar Listrik (TDL). Dampak dari hal ini diberlakukan maka akan menimbulkan masalah dan akan semakin memberatkan beban yang akan ditanggung oleh masyarakat, khususnya masyarakat pedesaan[1].

Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu sumber daya alam yang ada di Indonesia adalah sumber energi air. Sumber energi mikrohidro adalah sumber energi yang memanfaatkan tenaga air dalam skala yang tidak begitu besar. Umumnya daerah terpencil yang terletak pada wilayah pegunungan mempunyai potensi energi air cukup besar, sehingga pembangkit listrik tenaga air skala mikro merupakan salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan[2].

Sumatera Utara adalah salah satu Provinsi yang memiliki potensi yang cukup besar untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) karena memiliki aliran sungai yang sangat memadai. Salah satunya adalah

sungai yang berada di Dusun Bintang Asih, Desa Rumah Sumbul, Kec. STM Hulu, Kab. Deli Serdang.

Biasanya Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*), sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*[3].

PLTMH Bintang Asih tersebut saat ini berkapasitas 5 KW yang melayani sebanyak 28 Kepala Keluarga (KK). Apabila terjadi beban puncak, maka pembangkit akan mengalami perubahan tegangan dan frekuensi secara tiba-tiba (tidak stabil). Guna menjamin kontinuitas pelayanan, maka di sisi pembangkit membutuhkan sistem proteksi yang dapat memproteksi jika terjadi permasalahan di sisi beban.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan perancangan sistem proteksi menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110 pada PLTMH Bintang Asih, untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sistem pembangkit, mengurangi kerusakan pada beban yang terjadi akibat adanya *Over* dan *Under Voltage* serta ketidakstabilan Frekuensi akibat *Prime Mover* (Penggerak Mula) yang tidak stabil. Penelitian ini berisi pembahasan tentang perancangan sistem proteksi Voltage, Frekuensi dan membaca kecepatan putaran pada Generator (Rpm) sebelum menuju ke beban (konsumen) dengan menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Mikrohidro adalah sebuah istilah yang terbagi atas dua kata, mikro artinya kecil sedangkan hidro artinya air. Dalam prakteknya, istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku namun bisa dibayangkan bahwa mikrohidro pasti menggunakan air sebagai sumber energinya. Yang membedakan antara istilah Mikrohidro dengan Minihidro adalah output daya yang dihasilkan [6].

Mikrohidro mempunyai tiga komponen utama yaitu air sumber energi, turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dengan ketinggian tertentu melalui pipa pesat menuju rumah instalasi (*power house*). Di rumah instalasi, air tersebut akan menumbuk turbin sehingga akan menghasilkan energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Putaran poros turbin ini akan memutar generator sehingga dihasilkan energi listrik [7].

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik berskala kecil. Namun, PLTMH harus memiliki sistem pengontrolan yang kompleks, seperti halnya pembangkit listrik yang berskala besar. Pembangkitan energi dan pengkonversian energi mekanik menjadi energi listrik hingga sampai penyaluran energi listrik, semuanya dikontrol dalam suatu sistem pada PLTMH. Selain sistem pembangkitan energi, sistem pengaman juga merupakan hal yang tidak bisa diabaikan dalam proses pembangkitan energi. Apabila terjadi gangguan, maka untuk mengisolir dan mencegah terjadinya kerusakan diperlukan suatu pengaman [8].

Salah satu alternatif untuk mencukupi pasokan energi listrik di daerah yang tidak bisa dialiri listrik *Ongrid* adalah dengan cara membuat PLTMH. Kualitas dari energi listrik yang dihasilkan PLTMH juga harus diperhatikan, terutama kestabilan frekuensi. Ketidakstabilan beban konsumen akan mengakibatkan terjadinya fluktuasi frekuensi yang memberikan dampak buruk pada peralatan listrik konsumen [9].

Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik ialah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik [3].

Mengenai penelitian 'Pengatur Beban Otomatis Menggunakan Kontrol PID Sebagai Penstabil Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro' menjelaskan bahwa PLTMH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil dengan output antara 1 KW – 100 KW yang memanfaatkan aliran air sebagai sumber tenaga penggerak, misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (*head*, dalam meter) dan jumlah debit airnya ($m^3/detik$). Sedangkan, Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro

(PLTM) adalah pembangkit tenaga listrik berskala (100 KW – 1 MW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi [10].

PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut dengan *clean energy* karena ramah lingkungan, maka kebijaksanaan pemerintah saat ini berkenaan dengan pengembangan pembangkit listrik ditekankan pada pemanfaatan sumber energi primer terbarukan (*Renewable Energy*) [4].

Dari segi teknologi, PLTMH dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Secara ekonomi, biaya dan perawatannya relatif murah, sedangkan biaya investasinya cukup bersaing dengan pembangkit listrik lainnya. Secara sosial, PLTMH mudah diterima masyarakat luas (bandingkan misalnya dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir). PLTMH biasanya dibuat dalam skala desa yang belum mendapatkan listrik dari PLN. Tenaga air yang digunakan dapat berupa aliran air pada sistem irigasi, sungai yang dibendung atau air terjun. Jadi pada prinsipnya dimana ada air mengalir dengan ketinggian minimal 2,5 meter dengan debit 250 liter/detik, maka disitu ada energi listrik. Selain daripada itu mikrohidro tidak perlu membuat waduk yang besar seperti PLTA [1].

Pada penelitian selanjutnya Perancangan Sistem Kontrol Frekuensi-Beban pada PLTMH Matano Kabupaten Luwu Timur mengatakan bahwa, PLTMH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak. Sistem pengaturan yang umum dipakai pada PLTMH adalah Digital Load Controller (DLC). Bagian utama dari sistem kontrol ini terdiri dari panel kontrol dan ballast load. Pengaturan yang dilakukan alat ini adalah menyeimbangkan antara daya yang dihasilkan oleh generator dengan beban (daya) konsumen [11].

Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu atau *flow capacity*, sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah tinggi jatuh air atau *head*. Mikrohidro juga dikenal sebagai *white resources* atau bisa dikatakan sebagai energi putih [12].

Selanjutnya menurut penelitian, PLTMH menggunakan sumber energi primer yang terbarukan, yaitu air. Daya tenaga listrik yang dihasilkan, juga tergantung adanya energi primer, yang sifatnya fluktuatif, tergantung musim. Sehingga daya yang dihasilkan PLTMH, sangat beresiko bila langsung dijual ke konsumen tetap [13].

Pada dasarnya PLTMH, perubahan beban akan berakibat langsung pada generator. Jika torsi turbin tidak diubah saat terjadi perubahan beban, maka frekuensi dan tegangan listrik yang dihasilkan

akan berubah yang dapat mengakibatkan kerusakan baik di generator maupun di sisi beban. Karena itu, diperlukan suatu sistem proteksi yang dapat mencegah kerusakan ini terjadi [14].

Sistem proteksi adalah pengamanan listrik pada sistem tenaga listrik yang terpasang pada : sistem distribusi tenaga listrik, trafo tenaga, transmisi tenaga listrik dan generator listrik yang dipergunakan untuk mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan listrik atau beban lebih, dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu. Sehingga sistem kelistrikan yang tidak terganggu dapat terus bekerja (mengalirkan arus ke beban atau konsumen). Jadi pada hakekatnya pengamanan pada sistem tenaga listrik yaitu mengamankan seluruh sistem tenaga listrik supaya kehandalan tetap terjaga [15].

2.1 Pengertian Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah suatu sistem yang dipasang untuk pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab lainnya.

Kehandalan suatu sistem tenaga listrik antara lain ditentukan oleh frekuensi pemadaman yang terjadi dalam sistem tersebut. Pemadaman yang terjadi pada sistem tenaga listrik biasanya disebabkan oleh gangguan, sehingga untuk mengatasi gangguan dan meningkatkan kehandalan sistem diperlukan sebuah mekanisme yang dapat menghindari frekuensi pemadaman yang terlalu sering dalam jangka waktu yang lama. Mekanisme ini dalam sistem kelistrikan dikenal dengan istilah sistem proteksi (pengamanan sistem).

Sistem pengamanan tenaga listrik merupakan sistem pengamanan pada peralatan-peralatan yang terpasang pada sistem tenaga listrik, seperti generator, busbar, transformator, saluran udara tegangan tinggi, saluran kabel bawah tanah, dan lain sebagainya terhadap kondisi abnormal operasi sistem tenaga listrik tersebut. Yang dimaksud dengan kondisi abnormal tersebut antara lain dapat berupa : hubung singkat, *over* dan *under voltage*, beban lebih, frekuensi yang tidak stabil dan lain-lain [16].

2.2 Tujuan Sistem Proteksi

Adapun beberapa tujuan dari sistem proteksi ini di buat adalah sebagai berikut :

1. Menghindari *over* dan *under voltage* serta ketidakstabilan *frequency*
2. Mencegah dan meminimalisir kerusakan pada komponen sistem
3. Menjaga kestabilan sistem tenaga listrik
4. Melindungi keselamatan personil dan masyarakat umum
5. Menghindari kecenderungan gangguan yang tidak dapat hilang dengan sendirinya [15].

2.3 Frekuensi

Frekuensi sebenarnya adalah karakteristik dari tegangan yg dihasilkan oleh generator. Jadi kalau dikatakan frekuensi 50 Hz, maksudnya tegangan yg 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 yg cepat sekali, 50 *cycle* dalam satu detik..

Untuk kestabilan beban listrik dibutuhkan frekuensi yg tinggi supaya tegangan menjadi benar-benar halus (tidak terasa hidup-matinya). Tegangan yg berfrekuensi ini yg biasa disebut juga tegangan bolak-balik (*Alternating Current*) atau VAC, frekuensinya sebanding dengan putaran generator.

Secara formula :

$$N = \frac{F \times 120}{P}$$

Keterangan :

N = Putaran (Rpm)

F = Frekuensi (Hz)

P = Jumlah pasang kutub generator, umumnya

$$P = 2$$

Dengan menggunakan rumus diatas, 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 kencang kita putar generatonya semakin besarlah frekuensinya. Kenapa gak kita putar saja generatonya dengan putaran super kencang biar menghasilkan frekuensi yg besar sehingga tegangan benar-benar halus. Kalau kita ingin memutar generator maka kita membutuhkan turbine, semakin tinggi putaran yg kita inginkan maka semakin besarlah daya turbin yg dibutuhkan, dan selanjutnya semakin besarlah energi yg dibutuhkan untuk memutar turbin. Kalau sumber energinya air maka makin banyaklah air yg dibutuhkan.

Baik tegangan maupun frekuensi dari generator bisa berubah-ubah besarnya berdasarkan range dari beban nol ke beban penuh. sering kita temui spesifikasi menyebutkan tegangan plus minus 10% dan frekuensi plus minus 5%. Ini artinya sistem suplai listrik/generator harus di desain pada saat beban penuh tegangan tidak turun melebihi 10% dan pada saat beban nol tegangan tidak naik melebihi 10%, begitu juga dengan frekuensi.

Stabilitas frekuensi mengacu pada kemampuan sistem tenaga untuk mempertahankan frekuensi stabil karena gangguan pada sistem yang menghasilkan ketidakseimbangan antara generator dan beban. Ketidakstabilan dapat mengakibatkan

terjadi ayunan frekuensi berkelanjutan, menyebabkan *trip* unit pembangkit atau beban.

Ketidakstabilan frekuensi dapat dicegah berdasarkan karakteristik dari proses peralatan pengaman yang aktif dalam beberapa detik seperti respon *under* frekuensi pelepasan beban dan kontrol dari generator yang bisa terjadi dalam puluhan detik sesuai respon dari penggerak utama. Stabilitas frekuensi mungkin menjadi fenomena jangka pendek atau fenomena jangka panjang. Contoh ketidakstabilan frekuensi jangka pendek adalah gangguan pada suatu sistem yang cukup dengan *under frequency* pelepasan beban dalam beberapa detik sehingga frekuensi kembali normal walaupun terjadi pemadaman sebagian sistem. Di sisi lain, situasi fenomena jangka panjang di mana ketidakstabilan frekuensi disebabkan oleh kontrol turbin yang mengalami *overspeed* sehingga kontrol dapat dinormalkan selama waktu puluhan detik hingga beberapa menit.

2.4 Under dan Over Voltage

Untuk meningkatkan kualitas daya listrik, perlu dilakukan pengurangan berbagai permasalahan yang menyebabkan buruknya kualitas daya listrik. Beberapa dari permasalahan tersebut adalah *under* dan *over voltage*.

Under dan *over voltage* termasuk ke dalam *long duration variation*, dimana waktu kejadiannya adalah lama. *Under voltage* adalah turunnya amplitudo tegangan Rms dalam waktu yang cukup lama (lebih dari 1 menit). *Over voltage* adalah naiknya amplitudo tegangan Rms dalam waktu yang cukup lama (lebih dari 1 menit).



Gambar 1. Under dan Over Voltage

Penyebab terjadinya *under voltage* adalah karena pengkawatan pada sistem yang kurang baik dan pembebanan yang berlebih pada sistem (*overloaded*). Sedangkan penyebab terjadinya *over voltage* adalah karena setting tap transformator yang kurang sesuai dan pembebanan yang kurang pada sistem (*underloaded*). Selain itu dapat disebabkan oleh AVR (*Automatic Voltage Regulator*) yang rusak.

2.5 Deep Sea Elektronik 3110

Modul *Deep Sea Elektronik 3110* adalah modul yang sudah banyak dipakai untuk kebutuhan sinkron dan dapat berfungsi untuk mengatur, mengontrol, memonitor dan mensupervisi suatu sistem *backup emergency* baik dari *mains supply* (*ongrid*) maupun dari *standby emergency power*

(Generator Set). *Deep sea* juga mempunyai fasilitas *load sharing*, *synchronizing*, *dependent start stop*.



Sumber : DSE3110-Data-Sheet-USA

Gambar 2. Deep Sea Elektronik 3110

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Panel Distribusi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Dusun Bintang Asih, Desa Rumah Sumbul, Kec. STM Hulu, Kab. Deli Serdang. Lokasi PLTMH Bintang Asih ini berjarak sekitar 62 km dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dan mempunyai waktu tempuh 2 jam 13 menit.



Gambar 3. Lokasi PLTMH Bintang Asih UMSU

Sumber: <https://www.google.com/maps/place/PLTMH+Bintang+Asih+UMSU/@3.2533387,98.7432002,788m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x30311163dbac4f31:0x46d771ce34569756!8m2!3d3.2533333!4d98.7453889>

3.2 Peralatan Penelitian

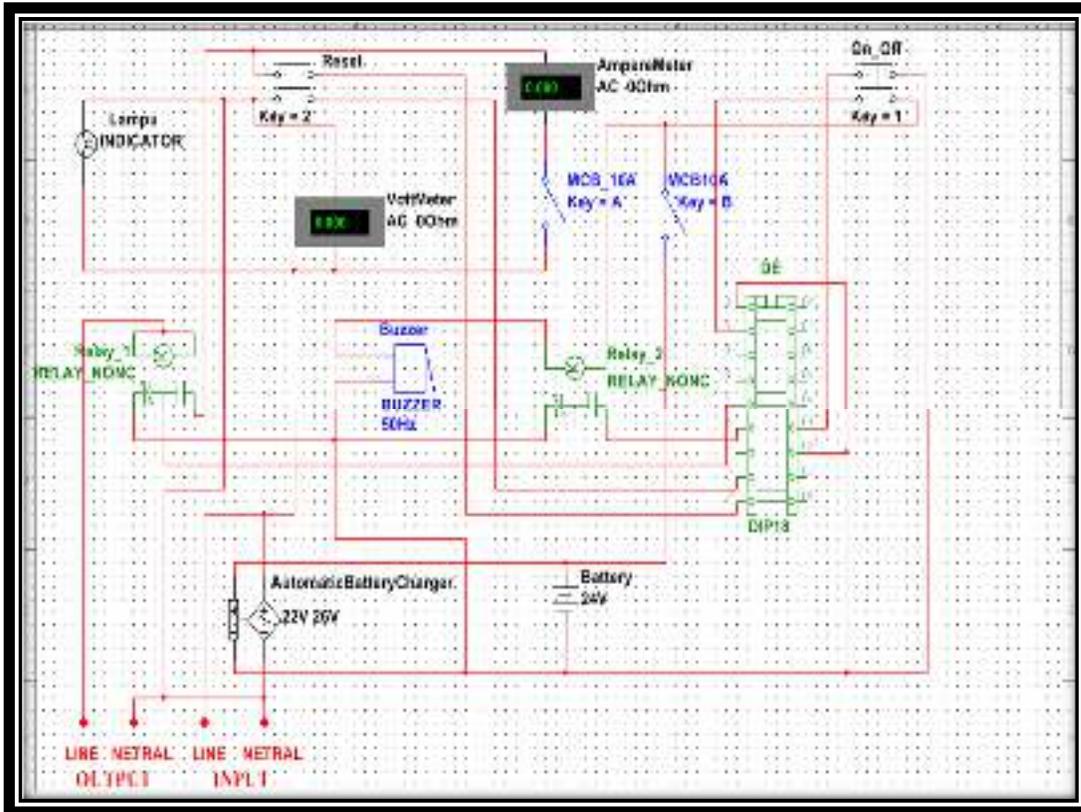
Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tang Ampere Digital
2. Multimeter Digital
3. Tang *Crimping* (Tang Press)
4. Obeng
5. Pisau Cutter
6. Penggaris
7. Tespen
8. Tang Potong

9. Spidol Permanent
10. Bor Listrik

3.3 Perancangan Sistem Proteksi

3.3.1 Rangkaian Sistem Proteksi Modul Deep Sea Elektronik 3110



Gambar 4. Rangkaian Sistem Proteksi Menggunakan Modul Deep Sea 3110

Cara kerja dari sistem proteksi dengan menggunakan modul Deep Sea Elektronik 3110 ini, pertama tegangan terminal yang dihasilkan oleh generator 1 fasa akan di terima oleh *Automatic Battery Charger*.

Automatic Battery Charger berfungsi sebagai charger yaitu alat ini mendapat suplai listrik dari sumber *ongrid* atau dari generator itu sendiri. *Automatic Battery Charger* untuk mengisi energi listrik ke accu. Accu ini biasanya berkapasitas 12/24 V, maka *Battery Charger* ini harus dapat mengisi accu sampai kapasitas tersebut. Pada bagian *Automatic Battery Charger* ini terdapat terminal positif (+) dan negative (-) yang akan dialirkan ke Battery 12 Volt dan terminal Fasa dan Netral.

Battery 12 Volt sisi Negatif (-) akan terhubung dengan Selector On/Off, Relay, Deep Sea Elektronik 3110 (terminal 1 dan 12) dan Buzzer. Di sisi Postif (+) akan terhubung MCB B, lalu ke Selector On/Off dan Relay. Dibagian Netral akan terhubung dengan Selector Reset, Lampu Indikator dan Volt Meter. Dibagian Fasa akan terhubung dengan Volt Meter, MCB A, Lampu Indikator,

Ampere Meter, Relay, dan Selector Reset. Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Relay 1 dan 2 akan terhubung dengan *Buzzer* yang fungsinya sebagai Alarm jika terjadi *Over* dan *Under Volatge* serta Ketidakstabilan Frekuensi. Dibagian Relay 2 akan terhubung dengan Modul Deep Sea Elelctronik 3110 di terminal no 6. Dan dibagian Relay 1 akan terhubung dengan Modul Deep Sea Elelctronik 3110 di terminal no 5.

Modul Deep Sea Elelctronik 3110 berfungsi sebagai proteksi kestabilan frekuensi serta *under* dan *over voltage*. Selain itu display modul DSE 3110 ini bisa memonitor : putaran pada generator (Rpm), tegangan pada generator, frekuensi pada

generator, waktu (jam) pada saat generator berputar, tegangan pada *battery*.

Terminal modul DSE 3110 no 1 dan 12 terhubung dengan bagian Negatif (-) dari *Battery*, terminal no 2 terhubung dengan *Selector On/Off*, terminal no 5 terhubung dengan Relay 1, terminal no 6 terhubung dengan Relay 2, terminal no 8 dan 9 terhubung dengan *Selector Reset* dan terminal no 13 terhubung dengan *Selector On/Off*.

Cara kerja dari DSE 3110 ini akan memproteksi Tegangan dan Frekuensi yang telah di setting pada modul tersebut. Jika Tegangan dan Frekuensi tidak memenuhi syarat, maka DSE 3110 tidak akan menghantarkan Tegangan dan Frekuensi tersebut kepada beban (konsumen).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem Proteksi Tegangan dan Frekuensi Terhadap Beban

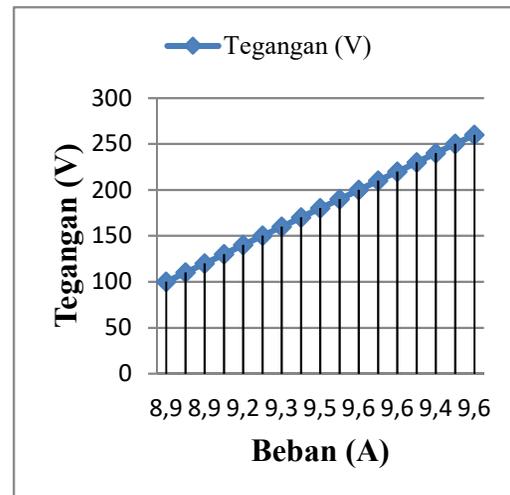
Pada pengujian proteksi tegangan dan frekuensi terhadap beban ini dimulai dari tegangan 100-260 volt menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengujian Sistem Proteksi

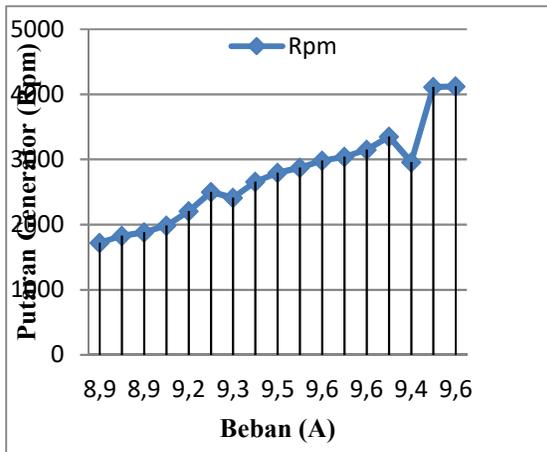
No.	Tegangan (V)	Frekuensi (F)	Putaran Generator (Rpm)	Beban (A)	Hasil
1.	100	28,7	1722	8,9	Terproteksi
2.	110	30,5	1830	8,9	Aman
3.	120	31,4	1884	8,9	Aman
4.	130	33,1	1986	9,2	Aman
5.	140	36,8	2208	9,2	Aman
6.	150	41,7	2502	9,4	Aman
7.	160	40,2	2412	9,3	Aman
8.	170	44,3	2658	9,5	Aman
9.	180	46,6	2796	9,5	Aman
10.	190	47,9	2874	9,5	Aman
11.	200	49,7	2982	9,6	Aman
12.	210	50,7	3042	9,6	Aman
13.	220	52,5	3150	9,6	Aman
14.	230	55,8	3348	9,9	Aman
15.	240	49,3	2958	9,4	Aman
16.	250	68,5	4110	9,9	Terproteksi
17.	260	68,7	4122	9,6	Terproteksi

Dari Tabel 1 terlihat beban yang tidak stabil mengakibatkan tidak frekuensi juga tidak stabil. Untuk menjaga peralatan pada sisi pembangkit dan beban, maka dibutuhkan adanya sistem proteksi tegangan dan frekuensi menggunakan Modul Deep Sea Elektronik 3110 agar peralatan tersebut lebih aman dan masa pakainya lebih lama.

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa jika tegangan kita naikkan per 10 volt, maka beban bisa saja berubah bisa saja tidak (tergantung dari pemakaian konsumen), karena yang di pengaruhi oleh beban adalah Frekuensi. Tegangan bisa kita atur dari *Valve* pipa pada sisi pembangkit.



Gambar 5. Grafik Tegangan (V) VS Beban (A)



Gambar 6. Grafik Putaran Generator (Rpm) Terhadap Beban (A)

Gambar 5 menunjukkan bahwa putaran generator menjadi tidak stabil jika beban juga tidak stabil. Karena beban mempengaruhi kinerja dari Generator yang menyebabkan tidak stabilnya putaran dari generator (Rpm).

4.2 Peranan Deep Sea Elektronik 3110 Sebagai Alat Proteksi

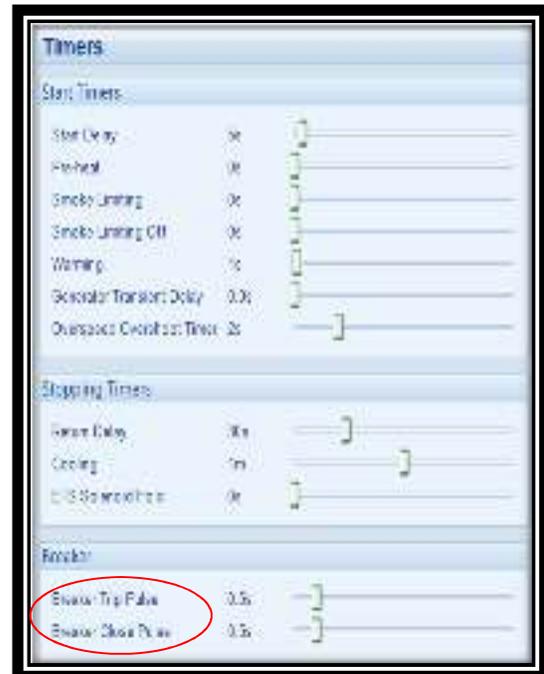
Modul Deep Sea Elektronik 3110 adalah modul yang sudah banyak dipakai untuk kebutuhan sinkron dan dapat berfungsi untuk mengatur, mengontrol, memonitor dan mensupervisi suatu sistem *back up emergency* baik dari *mains supply (ongrid)* maupun dari *standby emergency power (Generator Set)*.

Peranan Deep Sea Elektronik 3110 dalam penelitian ini adalah sebagai alat proteksi Tegangan dan Frekuensi sebelum menuju ke beban (konsumen). Apabila terjadinya beban puncak, maka sistem pembangkit akan mengalami perubahan Tegangan dan Frekuensi secara tiba-tiba (tidak stabil), maka dari itu sistem proteksi ini dibuat guna untuk melindungi peralatan yang ada pada sistem pembangkit mengingat peralatan tersebut yang mahal harganya.

Dengan adanya sistem proteksi ini, semoga peralatan baik yang ada di sisi pembangkit, di panel distribusi maupun di bagian beban (konsumen) dapat terjaga dengan baik sehingga biaya untuk perawatan PLTMH Bintang Asih akan berkurang.

4.3 Kecepatan Deep Sea Elektronik 3110 Memproteksi Adanya Gangguan

Sesuai dengan langkah-langkah perakitan sistem proteksi pada bagian Pengontrolan Modul Deep Sea 3110, maka kecepatan sistem memproteksi adanya gangguan bisa di setting melalui software *DSE Configuration Suite*. Pengontrolan ini bisa di setting pada Menu *Timers*.



Gambar 7. Pengontrolan Timers pada Modul Deep Sea Elektronik 3110

Untuk melakukan setting seberapa cepat *Deep Sea Elektronik* memproteksi adanya gangguan maka kita bisa men-settingnya pada bagian *Breaker*. Disini peneliti men-setting di 0,5s untuk *Breaker Trip Pulse* dan 0,5s untuk *Breaker Close Pulse*. Maksudnya jika terjadi adanya gangguan maka selama 0,5s sistem akan memproteksi dan segera membunyikan *Buzzer* sebagai pengingat Operator untuk cepat datang ke panel distribusi untuk meng-offkan Deep Sea Elektronik 3110 demi menjaga peralatan pada sistem pembangkit dan pembebanan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Tegangan bisa kita atur dari *Valve* pipa di sistem pembangkit, namun Frekuensi tidak, karena Frekuensi dipengaruhi oleh beban, jika beban bertambah maka frekuensi semakin menurun.
2. Peranan dari Deep Sea Elektronik 3110 di PLTMH Bintang Asih adalah sebagai mengatur, mengontrol, memonitor dan mensupervisi. Tujuan utamanya adalah sebagai sistem proteksi *Under* dan *Over Voltage* serta menjaga ketidakstabilan Frekuensi akibat *Prime Mover* (penggerak mula) yang tidak stabil.
3. Untuk membaca Tegangan dan Frekuensi maka Deep Sea Elektronik 3110 membutuhkan waktu 0.5 detik, sehingga Modul Deep Sea tersebut dapat memproteksi adanya gangguan atau tidak demi mengamankan peralatan yang ada pada sisi pembangkit maupun pembebanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rohermanto, 2007, *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), Pembangkit List. Tenaga Mikrohidro*, vol. 4, no. 1, pp. 28–36.
- [2] M. Rizal Firmansyah, Teguh Utomo, Hery Purnomo, *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Gunung Sawur unit 3 Lumajang*, pp. 1–9.
- [3] Gianda.R.J. Wungow, 2016, *Sistem Kontrol Pembangkit Hybrid Dengan Menggunakan Arduino Uno*, Manado.
- [4] D. Damara, 2016, *Rancang Bangun Pengatur Beban Otomatis Menggunakan Kontrol PID Sebagai Penstabil Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*, Padang, pp. 1–95.
- [5] M. Hariansyah, 2010, *Peranan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Pedesaan Sebagai Solusi Krisis Energi Listrik Di Pedesaan*, Vol. 9, no.1, pp. 1–31.
- [6] A. Subandono, *PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro)*, Kediri, pp. 1–12
- [7] S. Sukamta and A. Kusmantoro, 2013, *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur*, Vol. 5, no. 2, pp. 58–63
- [8] Z. P. Teguh Eko Prasetyo, 2013, *Studi Proteksi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Silau 2 Tonduhan Kabupaten Simalungun*, Vol. 2, no. 3, pp. 113–118.
- [9] T. Awad, M. R. Kirom, and R. F. Iskandar, 2014, *Rancang Bangun Sistem Kontrol Distribusi Daya Berbasis Electronic Load Controller (ELC) Pada Genset 1200 Watt*.
- [10] T. Taofeq, B. Anggoro, and T. Arfianto, 2013, *Perancangan Sistem Kelistrikan Pada Pusat Listrik Tenaga Minihidro Lapai 2x2000 KW di Sulawesi Tenggara*, Vol. 1, no. 2, pp. 109–118, 2013.
- [11] C. Yohannes, M. I. Hasyimi, A. Wahyu, and F. A. Samman, 2015, *Perancangan Sistem Kontrol Frekuensi-Beban pada PLTMH Matano Kabupaten Luwu Timur Christoforus*, pp. 1–6.
- [12] H. Wibowo and A. M. B. A. A. Daud, 2015, *Kajian Teknis Dan Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Di Sungai Lematang Kota Pagar Alam*, Vol. 4, no. 1, pp. 34–41.
- [13] A. Nugroho, *Daya Terserap Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Karangtalun Yang Digabung Dengan PT. PLN (Persero) Rayon Boja Area Semarang*, Semarang.
- [14] A. M. S. Saragih, *Studi Pemodelan Electronic Load Controller (ELC) Sebagai Alat Pengatur Beban Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*, Bandung.
- [15] P. N. Sriwijaya, 2010, *Dasar-Dasar Sistem Proteksi*, pp. 8–29.
- [16] Z. Cahayahati, Syafii, Ija Darmana, 2013, *Pengembangan Sistem Proteksi Digital Arus Lebih Berbasis Logika Fuzzy Sebagai Pengaman PLTMH*, Vol. 2, no. 2, pp. 1–7

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan pengabdian Masyarakat Direktorat Jendral Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Teknologi dan pendidikan Tinggi, yang telah membiayai penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.