

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang berbagai aktivitas manusia di era modern ini . Penggunaan energi listrik sejalan dengan bahan bakar yang digunakan. Namun ketersediaan bahan bakar yang sudah berkurang dan konsumsi listrik yang makin bertambah mendorong pemerintah menerapkan energi listrik yang bukan dari energi fosil melainkan dari Energi Baru Terbarukan. Dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik, salah satunya melalui pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga microhydro (PLTM). Pembangkit listrik tenaga microhydro muncul sebagai sumber energi terbarukan utama saat ini.

Pembangkit *microhydro* memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Sebuah skema mikrohydro memerlukan dua hal yaitu debit air dan ketinggian jatuh (head) untuk dapat menghasilkan tenaga listrik yang dapat dimanfaatkan [1].

PLTM skala kecil pada umumnya dibangun sebagai upaya pemenuhan kebutuhan listrik terutama pada daerah terpencil memanfaatkan sumber daya terbarukan sebagai sumber pembangkitan[2], [3]. Dalam operasionalnya, PLTMH memiliki parameter penting yang berpengaruh terhadap kinerja sistem, diantaranya debit air, ketinggian air dan efisiensi pembangkit turbin. Dalam membangkitkan daya listrik, PLTMH memanfaatkan energy potensial yang dimiliki oleh aliran sungai dengan jarak ketinggian tertentu [4]. Dengan parameter tersebut pada saat PLTMH pada saat diberi beban maksimum maka generator masih mampu menghasilkan tegangan dan frekuensi yang sesuai dengan standar. Tetapi PLTMH belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga perubahan beban pada konsumen menyebabkan terjadinya fluktuasi tegangan dan frekuensi karena kecepatan generator akan cenderung berubah-ubah pula, dan dalam kenyataannya perubahan yang terjadi tidak dapat dimonitor setiap saat [5]. PLTMH harus mampu mempertahankan kestabilan frekuensi outputnya tanpa bantuan energi inertia dari jaringan interkoneksi. Untuk memenuhi hal ini PLTM

harus dilengkapi dengan peralatan pengendali frekuensi yg mampu mengontrol frekuensi pada kondisi-kondisi perubahan beban maupun perubahan masukan debit air pada turbin.

Pada PLTM konvensional, pengaturan frekuensi dilakukan menggunakan governor mekanis. Penggunaan Governor mekanis pada PLTM skala kecil di pedesaan sering sulit diimplementasikan karena biayanya mahal serta membutuhkan energi yg cukup besar untuk penggerak sistem *hydraulic*. Sebagai alternatif untuk menekan biaya digunakan sistem Governor berbasis Elektronik yang relatif lebih murah dan tidak membutuhkan sistem hydraulic maupun pneumatic yg rumit.

Kendala utama yang sering terjadi pada sistem pembangkit mikrohidro adalah frekuensi generator tidak konstan [6]. Ketika beban konsumen berkurang mengakibatkan generator kelebihan daya sehingga putaran generator menjadi lebih cepat dan frekuensi bertambah. Begitupun sebaliknya jika beban konsumen bertambah akan mengakibatkan putaran generator menjadi lebih lambat dan frekuensi berkurang. Tidak hanya pengurangan dan penambahan beban pada kondisi nyata, debit air yang mengalir sering kali tidak stabil akibat faktor alam seperti perubahan musim, intensitas hujan, dan kondisi lingkungan di sekitar sumber air. Ketidakstabilan debit ini dapat menyebabkan fluktuasi kecepatan putaran turbin sehingga mempengaruhi frekuensi dan tegangan listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan dalam melakukan analisis studi sistem governor dalam menjaga kestabilan putaran turbin air untuk menjaga kestabilan tegangan AC yang dihasilkan [7].

Agar frekuensi dan tegangan generator tetap stabil saat terjadi perubahan beban, maka diperlukan sistem pengendalian kecepatan pada turbin dan generator. Ada dua jenis sistem pengendalian kecepatan yang digunakan pada PLTMH yaitu sistem pengendalian governor dan *electronic load controller* (ELC) [8]. Penggunaan *Governor Electronic* menjadi solusi modern karena sistem ini memanfaatkan sensor, aktuator, dan kontrol berbasis elektronik yang lebih responsif dibandingkan governor mekanis atau hidrolik. Dengan sistem kontrol elektronik, tidak diperlukan lagi mekanisme pengaturan sudut bukaan katup air atau guide vane, sebagai penggantinya digunakan sistem beban penyeimbang/beban kompensasi dimana aliran arus pada beban kompensasi diatur

menggunakan komponen Binary Load yg ditrigger sesuai kebutuhan oleh komponen pengendali misalnya PLC atau *microcontroller*.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk melakukan pengaturan arus beban penyeimbang, dapat digunakan *Smart Relay* Zelio produk dari Schneider elektrik. Agar smart relay zelio dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan yaitu mengatur urutan kombinasi saklar *dummy load* sesuai dengan kebutuhan beban maka *smart relay* harus diprogram menggunakan software zelio soft 2, dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang program sistem kontrol *dummy load* pada software Zelio Soft 2?
2. Bagaimana respon sistem Governor elektronik terhadap gangguan berupa perubahan beban generator (disturbance), dan bagaimana performa dari kendali PID dalam menjaga kestabilan frekuensi output generator ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Untuk menjawab permasalahan yang ada di penelitian ini, maka fokus dari tujuan penelitian ini adalah :

1. Merancang dan membuat prototype *governor elektronik* untuk PLTM dengan memanfaatkan PLC sebagai alat pengendali utama serta menggunakan konsep pengaturan beban kompensator menggunakan kaidah *binary combination switch*.
2. Menganalisa performa dari *governor elektronik* yg dibuat antara lain besaran:
 - Over shoot atau Under shoot.
 - Settling Time
 - Steady State Error.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar diskusi tetap sesuai dengan lingkup penelitian ini, penulis menetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sistem governor elektronik yang dirancang menggunakan PLC Smart Relay Zelio sebagai pengendali utama.
2. Kombinasi Pengatur beban menggunakan kombinasi *binary combination switch* , untuk mendapatkan variasi nilai bebanyang lebih banyak. (dalam penelitian ini menggunakan 8 bit binary combination switch atau 256 variasi nilai beban).

3. Pengujian sistem dilakukan pada skala laboratorium.
4. Fokus penelitian pada desain dan implementasi software dan hardware PLC jenis smart relay Zelio.
5. Generator yang digunakan pada penelitian memiliki kapasitas 1,1 kVA, sehingga pengujian penambahan beban asli dibatasi hingga 300 Watt untuk menjaga keamanan sistem pengujian dan menyesuaikan kemampuan generator.
6. Penelitian ini hanya mengevaluasi kinerja sistem dalam mempertahankan kestabilan frekuensi generator akibat perubahan beban. Analisis mengenai kualitas daya, seperti harmonisa, faktor daya maupun pengaruh perubahan dummy load terhadap parameter kualitas daya lainnya, tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.5 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini disusun secara sistematika agar mudah dipahami dalam membaca penelitian ini. Penelitian ini disusun dalam beberapa Bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang mengenai pentingnya sistem Governor Electronic dalam menjaga kestabilan frekuensi generator pada PLTMH, serta perancangan sistem kontrol menggunakan PLC Zelio dengan metode Binary Combination Switch dan kontrol PID pada generator sinkron 1,1 KVA di Laboratorium Energi Baru Terbarukan ITN Malang. Pada bab ini juga membahas rumusan masalah mengenai bagaimana merancang sistem Governor Electronic berbasis PLC, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan mengenai teori dan referensi yang digunakan dalam penelitian, seperti karakteristik generator sinkron, konsep Governor Electronic, pengontrolan frekuensi generator, metode Binary Combination Switch, sistem kendali *Proportional-Integral-Derivative* (PID), PLC *Zelio Smart Relay*, *dummy load*, *sensor proximity*, serta software Zelio Soft 2 yang digunakan dalam perancangan dan simulasi sistem kontrol.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian yang dilakukan mulai dari kajian literatur, pengumpulan data spesifikasi generator sinkron, perancangan sistem Governor Electronic berbasis PLC Zelio, hingga proses simulasi dan analisis hasil. Sistem kontrol dirancang menggunakan software Zelio Soft 2 dengan input sensor proximity berupa sinyal pulse untuk membaca perubahan putaran generator. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh PLC untuk mengontrol dummy load menggunakan metode Binary Combination Switch dan kontrol PID agar frekuensi generator tetap stabil..

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil perancangan, simulasi, dan pengujian sistem *Governor Electronic* yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi penambahan beban pada generator untuk mengetahui respon sistem terhadap perubahan frekuensi. Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang kemudian dianalisis untuk mengetahui kinerja kontrol PID, respon dummy load, serta efektivitas metode Binary Combination Switch dalam menjaga kestabilan frekuensi generator

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan tentang Kesimpulan dan saran dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan