

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik masyarakat di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2014 penjualan energi listrik PT PLN mencapai 198,60 TWh (*terawatt hours*) dan mengalami peningkatan sebesar 5,89% dari penjualan energi listrik tahun 2013. Peningkatan penjualan energi listrik ini juga diikuti oleh peningkatan rasio elektrifikasi¹⁾ yang saat ini telah mencapai 84,3% (PLN, 2014). Hal tersebut menunjukkan bahwa energi listrik merupakan salah satu bentuk energi sekunder yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat di Indonesia.

Perilaku konsumsi energi listrik masyarakat menghasilkan fluktuasi beban per satuan waktu dalam satu hari konsumsi. Masyarakat Indonesia mengonsumsi energi listrik dengan beban tertinggi pada pukul 17.00 hingga 22.00 waktu setempat. Sehingga PLN mengklasifikasikan pukul 17.00 hingga 22.00 sebagai waktu beban puncak (WBP) dan di luar waktu tersebut sebagai luar waktu beban puncak (LWBP). Beban sistem ketenagalistrikan Jawa-Bali pada waktu WBP mencapai 18.500 MW, sedangkan pada LWBP hanya sekitar 14.000 MW. Perbedaan beban sekitar 4.500 MW ini mengakibatkan sistem ketenagalistrikan Jawa-Bali kurang optimal (PLN, 2011), karena untuk melayani beban pada WBP, PLN harus menyediakan pembangkit lebih dari 18.500 MW, sedangkan pada LWBP tidak semua pembangkit tersebut terpakai secara optimal, oleh sebab itu efisiensinya menjadi rendah. Salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi tersebut adalah dengan penambahan sistem penyimpanan energi. Sistem ini melakukan pengisian saat kondisi beban LWBP dan pengosongan saat kondisi beban WBP sehingga perbedaan beban WBP dan LWBP bisa diperkecil.

¹ Rasio elektrifikasi adalah perbandingan antara masyarakat yang mendapat pasokan energi listrik terhadap seluruh penduduk dalam suatu wilayah.

Penyimpan energi listrik dalam lingkup yang lebih kecil juga dapat menjadi salah satu alternatif sebagai peningkat efisiensi dari sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) *stand alone*. PLTMH *stand alone*²⁾ pada umumnya menggunakan sebuah *electronic load control* (ELC) sebagai penyetabil frekuensi sistem, terhadap perubahan beban konsumen PLTMH. ELC dipilih karena pertimbangan ekonomi yang lebih baik daripada menggunakan sebuah *governor*³⁾. Kekurangan penggunaan ELC adalah jika *ballast load*⁴⁾ tidak disimpan maka akan ada energi yang terbuang.

Penyimpan energi listrik juga dibutuhkan manusia sebagai sumber energi cadangan yang digunakan pada saat kondisi darurat. Kondisi darurat yang dimaksud adalah kondisi saat sumber energi utama tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Oleh sebab itu, penyimpan energi listrik yang menghasilkan energi listrik cadangan, memiliki nilai tambah tersendiri. Selain pada kondisi darurat, penyimpan energi listrik juga dibutuhkan sebagai penyetabil output energi dari sumber energi terbarukan. Sumber energi terbarukan yang membutuhkan sebuah penyimpanan energi adalah sumber energi terbarukan yang bersifat *intermittent*⁵⁾, seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB).

Berdasarkan isu pemanasan global, dibutuhkan upaya serentak masyarakat dalam mengupayakan pemilihan keputusan yang berorientasi pada pengurangan atau pencegahan pemanasan global. Begitu pula dalam hal pemilihan penyimpan energi, diperlukan pertimbangan pemanasan global tersebut. Salah satu alternatif penyimpan energi listrik yang ramah lingkungan adalah penyimpan energi listrik berbasis hidromekanika yang dikenal dengan istilah *pumped-hydro energy storage* (PHES). Prinsip dasar penyimpan energi listrik berbasis hidromekanika adalah menyimpan energi listrik dalam bentuk energi potensial air.

² PLTMH *stand alone* adalah PLTMH yang berdiri sendiri (tidak terkoneksi dengan jaringan).

³ *Governor* adalah pengatur jumlah input (masukan) pada pembangkit energi

⁴ *Ballast load* adalah penyeimbang beban.

⁵ Sumber energi terbarukan *intermittent* adalah sumber energi terbarukan yang ketersediannya tidak terus menerus karena pengaruh dari beberapa faktor diluar kendali langsung.

Demi mendukung pengembangan penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika di Indonesia, maka dibutuhkan sebuah penelitian untuk mempelajari karakteristik dari sebuah sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika. Proses untuk mempelajari karakteristik penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika dimulai dengan membangun sistem melalui sebuah tahapan perancangan, kemudian hasil uji empiris sistem akan mampu menggambarkan karakteristik sistem tersebut. Berdasarkan latar belakang ini peneliti terdorong untuk melakukan penelitian yang berjudul rancang bangun penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dipilih pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana cara merancang dan membangun sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*?
- b. Berapa nilai efisiensi dari sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*?
- c. Bagaimana diagram aliran energi pada sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*?

1.3 Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membangun sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*.
- b. Mengetahui nilai efisiensi sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*.
- c. Mengetahui diagram aliran energi pada sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan beberapa manfaat yaitu:

- a. Mendapatkan sebuah desain teknik dari sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*.
- b. Dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk uji kelayakan teknoekonomi sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini memiliki konsentrasi penelitian pada proses konversi energi sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika skala kecil menggunakan turbin *cross flow*.
- b. Penelitian sistem penyimpanan energi listrik berbasis hidromekanika ini tidak membahas tentang perencanaan desain teknik sipil.