

MENGENAL METODA PENYIMPANAN ENERGI PADA SISTIM "GEA"

Drs. Atwirman Syarkawi. **)

ABSTRACT

Any electrical energy source of wind energy generator systems should be has the ability to exceed the power duty and energy duty.

On the other hand the variability of available wind is met. So, the energy storage medium is necessary exactly. Parallel with this, any estimation of fluctuations of power output and the readiness to meet load demands at any time and the recommendation of the suitable of storage is required.

RINGKASAN

Setiap sumber energi listrik dari generator energi angin, GEA, harus mampu mengatasi tugas daya dan tugas energi.

Suatu konsekuensi ialah dijumpainya variabilitas kecepatan angin. Sehingga mutlak perlu adanya suatu media penyimpan. Maka dalam hal ini perlu taksiran terhadap fluktuasi daya yang dihasilkan dan kesiapannya untuk memenuhi permintaan beban setiap saat serta media penyimpan yang pantas direkomendasikan.

• Majalah LAPAN No. 17 Tahun ke-V.

** Staf Proyek ENERGIN-LAPAN

1. PENDAHULUAN

Seperti halnya pada pemanfaatan energi surya, karena variabilitas dari pada angin, disamping sumber daya utama, sumber daya pelengkap perlu tersedia. Sebagai alasan Pertama, ialah bila permintaan daya adalah lebih besar dari yang dapat dipenuhi. Kedua, suatu sistim penyimpan energi akan dapat memberikan keuntungan dalam selang waktu dimana energi angin memberikan daya yang melampaui kapasitas permintaan.

Dengan demikian suatu alat penyimpan energi atau suatu sistim retrieval diperlukan dalam rangka merealisasikan pendayagunaan potensi sumber daya angin secara keseluruhan.

Langkah selanjutnya, diperlukan penyelidikan sistim yang akan memperbandingkan berbagai jenis alat penyimpanan secara hipotetik serta suatu simulasinya dengan menggunakan data energi angin dari suatu lokasi, pada skala yang luas, misalnya dari data sepuluh tahunan. Ini berguna untuk menentukan jumlah penyimpanan, membuat serta menciptakan sistim yang dapat dibandingkan terhadap standard yang diterima pada stasiun daya individual sehingga didapatkan suatu sistim otonom secara menyeluruh.

Sistim penyimpanan serta masalahnya, fluktuasi daya dan beban dengan penyimpanan disajikan dalam tulisan ini secara terbatas. Teknologi serta gambaran rapat energi beberapa sistim penyimpanan energi dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

2. SISTIM-SISTIM PENYIMPAN ENERGI

Sistim-sistim penyimpanan dalam bentuk out-put listrik (seperti terlihat pada skema) yang diusulkan dan mulai dikembangkan, merupakan sistim penyimpanan yang ditujukan pada pertimbangan-pertimbangan tekno ekonomi antara lain dari segi efisiensi konversi, faktor beban, umur dan biaya (termasuk biaya pemeliharaan).

Secara singkat, masing-masing sistem dapat diuraikan sebagai berikut:

2.1. Baterai

Baterai merupakan sistim penyimpanan dengan kesederhanaan dalam konversi dan tegangan terminal yang gampang disesuaikan.

Beberapa tipe baterai yang telah serta akan dikembangkan saat ini dapat dilihat pada tabel 1. Dari masing-masing tipe, ternyata baterai timah hitam (lead-acid) cukup menarik. Meskipun masih tetap diluar atau belum mencapai target kriteria teknonomi baterai penyimpanan yang diharapkan yang di-

nyatakan sebagai rapat energi sekitar 100 Wh/kg, umur sekitar 2000 – 2500 siklus, dengan biaya \$ 20 – 35/kWh.

Perkembangan selanjutnya dapat dilihat pada tabel yaitu untuk sistim sodium-sulfur dan Lithium-sulfur adalah memungkinkan, tapi disini dibutuhkan suatu temperatur kerja/operasi pada 300 – 400°C, yang menyebabkan timbulnya masalah bahan.

Disamping permasalahan spesifikasi ferformans, umur siklus, dan biaya, sistim baterai akan disukarkan oleh suatu kebutuhan kapasitas dalam tingkat beban yang tinggi, disamping keuntungan portabilitas bagi kebutuhan kapasitas kecil.

2.2. Pumped hydro

Pumped hydro secara konvensional merupakan energi potensial air yang disimpan pada suatu reservoir berupa bak/waduk atau menara pada ketinggian tertentu. Air ini selanjutnya dalam bentuk energi kinetis digunakan untuk menggerakkan turbin dan generator sehingga didapatkan out-put energi listrik.

Sistim penyimpanan Pumped hydro ini pada dasarnya ditujukan bagi pemakaian skala yang besar; seperti misalnya di U.S., kapasitas yang dipasang berkisar 10000 MW.

Suatu sistim yang dimodifikasi yaitu berupa unit pompa/turbin reversibel dari sumur dan suatu penyusunan berbareng antara impuls turbin dan pompa bertekanan tinggi dengan multi stage pada suatu poros; sehingga disini waktu start dan changeover (perubahan) baik pemompaan dan pembangkitan akan dapat berlangsung dengan cepat.

Untuk sistim penyimpanan ini disamping akan berhadapan dengan pemilihan lokasi atau geografi yang cocok, maka mengingat kapasitas ideal pemasangan dalam skala yang besar serta dengan respons yang relatif lambat sehingga diperuntukkan bagi memenuhi kebutuhan beban puncak.

2.3. Compressed air

Susunan dari sistim ini meliputi compressed air-combustion turbin. Fluida gas yang mengalami kompresi politropik reversibel oleh suatu kompresor akan membebaskan panas. Panas disimpan selama siklus ekspansi gas tersebut berlangsung dan dipakai untuk pembangkit listrik, turbin gas.

Semakin besar tekanan gas makin besar pula energi yang dapat disimpan. Oleh karenanya, ketergantungan pada kekuatan bahan reservoir sangat besar. Reservoir yang mempunyai potensi antara lain natural caverns, salt beds yang telah dihancurkan, dan sebagainya. Dengan demikian masalah yang dihadapi ialah teknik pembuatan reservoir.

2.4. Hydrogen fuel (hydrogen fuel cell)

Prinsip kerja sistim ini ialah bila sepasang elektroda (semiconducting) tertentu yang dice-

lupakan didalam air dialiri oleh listrik d.c. akan berpotensi untuk menguraikan air menjadi hidrogen. Hidrogen dapat disimpan dalam bentuk gas, cair, atau semi padat, dan juga sebagai suatu hidrida logam dimana hidrogen dapat dibebaskan pada temperatur sedikit di atas temperatur kamar. Kemudian dirobah menjadi energi listrik dengan suatu burner yang terdiri dari hidrogen-oksigen dengan suatu water spray moderator guna mengatur tekanan uap, aliran dan temperatur untuk menggerakkan turbin uap.

Efisiensi konversi sistim ini dapat melampaui 70% dan dapat dinaikkan ke sekitar 90% dengan menaikkan tekanan sekitar $2 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ dan temperatur sekitar 200°C .

Kesulitan dalam pengembangan sistim fuel cell ini ialah diperlukan platina, sebagai elektro katalis, masalah umur dari elektroda (terutama karena faktor korosi/kristalisasi) dan pembuatan unit multi cell yang besar.

2.5. Roda gaya (flywheel)

Energi mekanis atau energi kinetis dapat disimpan berupa gerak rotasi dari suatu roda gaya. Dengan penggabungan suatu motor-generator dengan roda gaya tersebut akan diperoleh output listrik.

Penggunaan sistim penyimpan roda gaya ini sangat menguntungkan karena mampu mengikuti variasi beban secara cepat. Namun mempunyai rapat energi yang rendah serta terjadinya kehilangan energi akibat gesekan pada bearing dan dengan angin. Tapi hal ini dapat diatasi atau dikurangi dengan penempatan operasi di dalam hampa dan pemakaian hidrostatis atau bearing magnetik.

2.6. Superconducting Magnet Energy Storage (SMES)

Bahan-bahan super conducting yang didinginkan seperlunya dapat menyimpan energi listrik. Super conducting magnet terdiri dari 6240 filamen TiNb terikat dalam Aluminium dan dililit lapisan tunggal selenoida yang didinginkan dengan Helium super cair pada $1,8^\circ\text{K}$.

SMES mempunyai efisiensi paling tinggi dibandingkan dengan efisiensi konversi dari sistim yang lain. Namun disamping segi teknik, penyimpanan dalam skala yang besar merupakan masalah dalam pemakaian sistim ini.

3. FLUKTUASI DAYA DAN BEBAN DENGAN PENYIMPANAN

Pada dasarnya metoda penyimpanan dapat dibedakan atas penyimpanan jangka pendek (short term storage) dan penyimpanan jangka panjang (long term storage).

Dalam tulisan ini hanya dibatasi untuk penyimpanan jangka pendek yang ditandai oleh pendeknya waktu penyimpanan dan kehilangan energi selama penyimpanan minimal.

Untuk skala waktu yang pendek out-put dari suatu generator energi angin (GEA) haruslah dapat diharapkan agar menunjukkan fluktuasi yang substansial. Sebagai contoh out-put setiap jam dalam setiap hari terhadap pengaruh penambahan penyimpanan dimana fasilitas penyimpanan beroperasi. Atau dengan kata lain energi diambil dari sistim penyimpanan kalau daya yang dihasilkan GEA dibawah nilai rata-rata dan penyimpan tidak kosong. Sebaliknya pada waktu daya yang dihasilkan surplus atau melampaui rata-rata dan penyimpanan masih belum penuh.

Dalam hal ini suatu kelancaran daya telah tercapai dengan fluktuasi yang dapat ditaksir secara kuantitatif sebagai fungsi dari kapasitas penyimpanan, yakni:

$$*) \sigma = [[(E - E_{av})^2]_{av}]^{1/2} \text{ dimana,}$$

σ = fluktuasi standard setiap tahun

E = out-put daya seketika (sesaat).

Indeks av menyatakan nilai rata-rata selama perioda tahunan (meliputi harga data 8760 setiap jam).

- *) — Generator energi : skala besar (diatas angin 1 MW)
- Pengukuran (pengembalian data)

kecepatan angin : pada ketinggian 56 m
 dengan catatan : kehilangan energi selama penyimpanan dan dalam proses pemindahan, diabaikan.

Perkiraan fluktuasi beban dengan penyimpanan jangka pendek yakni fluktuasi selama satu tahun, dari pada out-put daya GEA relatif terhadap beda beban aktual sepanjang tahun, besarnya adalah:

$$\Sigma = (E - C_1 \cdot C_2 \cdot E_{av})^2_{av} \text{ dimana,}$$

C_1 = variasi relatif beban setiap bulan dalam setahun

C_2 = distribusi relatif beban setiap jam dalam sehari.

4. PENUTUP

Sebagai penilaian kuantitatif dari metoda penyimpanan didasarkan pada jumlah siklus

pengisian-pengosongan (charge-dischargecycles) yang perlu setiap tahun, yang merupakan fungsi dari kapasitas penyimpanan.

Mengingat bahwa siklus pengisian pengosongan melibatkan fraksi rata-rata yang semakin kecil dari energi yang disimpan dengan naiknya kapasitas penyimpanan, maka metoda penyimpanan untuk jangka pendek yang cocok adalah baterai. Seperti diketahui, sistim baterai selama siklus umurnya melibatkan pengosongan yang dalam (deep discharge) dan dengan adanya pertimbangan kurva lamanya daya (power dupation) yang dimiliki yang merupakan persentase waktu dimana out-put daya dari sistim (termasuk fasilitas penyimpanan) melampaui persentase daya rencana.

Disamping itu adalah roda gaya, dengan sifatnya yang mampu menyesuaikan diri untuk mengikuti variasi beban secara cepat, namun mempunyai rapat energi yang rendah, sehingga juga cocok bagi penyimpanan jangka pendek. Sedangkan untuk tipe sistim penyimpan yang lain, dapat dipertimbangkan untuk tipe sistim penyimpan yang lain, dapat dipertimbangkan untuk tipe sistim penyimpanan jangka panjang.

TABEL 1 KARAKTERISTIK DARI BEBERAPA TIPE BATEREI

Tipe baterai	Rapat energi ⁽¹⁾ Wh/kg	Umur Siklus (jumlah pengisian pengosongan)	Biaya S/kWh
Silver-Zinc	100 - 120	100 - 300	900
Nickel-Cadmium	33 - 40	300 - 2000	600
Nickel-Iron	22 - 33	3000	400
Lead-Acid ⁽³⁾	11 - 22	1500 - 2000	50
Nickel-Zinc ⁽⁴⁾	66 - 88	250 - 350	20 - 25
Zinc-Chlorine ⁽⁴⁾	66	500	10 - 20
Sodium-Sulfur ⁽⁴⁾	170 - 220	1000	15 - 20
Lithium-Sulfur ⁽⁴⁾	130 - 170	1000	15 - 20
Zinc-Oxygen ⁽⁴⁾	160	?	?
Aluminium-Air ⁽⁴⁾	240	?	?

(1) Harga yang ditunjukkan adalah masing-masing untuk 1 jam dan 6 jam kecepatan pengosongan (discharge).

(3) Baterai motor bakar khusus.

(2) Daerah operasi mulai dari untuk Beban yang berat s/d rendah.

(4) Gambaran yang masih pada tingkat eksperimental.

TABEL 2**TEKNOLOGI PENYIMPANAN ENERGI**

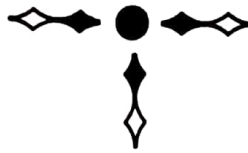
Teknologi	Ciri penyesuaian ekonomis (MWe)	Awal dijumpai secara komersial	Effisiensi penyimpanan	Catatan
Baterai	1	1975 – 1982	70 – 80	Teknologi yang telah terbukti
Roda gaya (flywheel)	1	1975	70 – 90	
Hydrogen/fuel cells	1	1985	40 – 60	
Udara tekan (compressed-air adiabatik)	10	1982	70 – 80	
Udara tekan (isothermal)	10	1975	?	
Pumped hydro	100 (?)	1975	70 – 75	Situasi khusus
Superconducting magnet	500	1995	90	

TABEL 3 RAPAT ENERGI DARI BEBERAPA SISTIM PENYIMPANAN ENERGI

Bentuk penyimpanan	Kondisi penyimpanan	Rapat energi, [Btu/ft
Mekanis		
Roda gaya	Baja optimisasi	43000
Pumped storage	head, 100 ft	14
Termal		
Batu/logam panas	60 – 500°F	8000 – 12000
Garam-garam lelehan	60 – 500°F	10000 – 20000
Steam		
	15 psi 212° F	40
	120 347	340
	500 467	1270
Air		
	15 psi 212° F	9000
	120 347	16000
	500 467	21000
Kimia		
Hidrogen	15 psi 60° F	280
* gas	1000 60	18500
* cairan	15 425	200000
* hidrida (Mg ₂ Ni atau FeTi)		250000
Amonia		340000
Metanol		430000
Gasolin		830000
Baterai		10000– 80000

DAFTAR PUSTAKA

1. Pulfvey, David L., Photovoltaic Power Generation The University of British Columbia, Van Nostrand Reinhold Company, 1978.
2. Sutisno, Studi Perbandingan Berbagai Sistem Penyimpanan Energi; Makalah yang disajikan pada Lokakarya/Diskusi Ilmiah Pengembangan Pemanfaatan Energi Angin 27–28 Mei 1980.
3. Sorensen, Bent, On The Fluctuating Power Generation of Large Wind And Without Storage Facilities, The Journal of Solar Energy, Science & Technology, 20, 323 – (1978).
4. Syarkawi, A., Baterai Sebagai Salah Satu Alternatif Storage Energy System' Energi Angin; disajikan pada Kolokium Proyek Energi Angin – LAPAN, 1979.



PENGGUNAAN LASER PADA LAGEOS

NASA telah membuat seleksi 25 ahli riset untuk penggunaan data-data yang telah berhasil dikumpulkan oleh satelit LAGEOS (Laser Geodynamics Satellite) yang menggunakan stasiun bumi dengan laser system.

Ahli riset ini akan mempelajari gerakan relatif serta perubahan bentuk lapisan bumi, variasi gerakan poros polar serta rotasi bumi, pasang surut samudera, daya tarik bumi serta gangguan-gangguan selama satelit dalam orbit.

Ahli riset tersebut terutama berasal dari universitas Amerika Serikat, perusahaan partikelir atau perwakilan pemerintahan. Selainnya berasal dari negara Perancis, Jerman Barat, Inggris dan Belanda.

Lageos seperti telah kita ketahui merupakan sebagian dari proyek NASA, Crustal Dynamic yang dikelola oleh Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland yang bertujuan untuk mempelajari mekanisme gempa bumi serta process pergerakan kerak bumi, juga untuk penjajagan dan pencarian kekayaan tambang bumi.

INMARSAT DI LONDON