APLIKASI FUEL CELL SEBAGAI BACKUP POWER PADA SEKTOR TELEKOMUNIKASI

Fuel Cell Application as Backup Power in Telecommunications

Abdul Hamid Budiman

Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE)
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Gedung 621 Kawasan PUSPIPTK Serpong - Tangerang Selatan 15314
Email: hamid.budiman@bppt.go.id

Diterima: 25 Oktober 2017; Diperiksa: 30 Oktober 2017; Revisi: 20 November 2017; Disetujui: 5 Desember 2017

Abstract

The increasing use of telecommunications, pushing the need for improved services in supporting the quality of telecommunication connections and signals. Telecommunication providers use electricity from PLN as their main power source. Nevertheless, in some locations they still have difficulty to access the electricity so that required backup power. Diesel generator is widely used as backup power in operation of base transceiver station (BTS). This will increase diesel consumption and damage the environment because of the exhaust gas produced. Therefore, it is needed an alternative energy source to substitute diesel generator as backup power. Fuel cell as one of an environmental friendly electrical device can be used as an energy source. With its advantages, namely high efficiency, reliable, easy and fast operation and not noisy makes fuel cell a promising choice as a backup power in the telecommunications.

Keywords: *fuel cell, telecommunications, base transceiver station, backup power, alternative energy, environmental friendly*

Abstrak

Penggunaan telekomunikasi yang semakin meningkat, mendorong perlunya peningkatan layanan dalam menunjang kualitas koneksi dan sinyal telekomunikasi. Selama ini provider telekomunikasi menggunakan listrik PLN sebagai sumber utama daya listriknya. Namun di beberapa lokasi, masih terkendala suplai listriknya sehingga dibutuhkan sumber energi cadangan. Diesel generator banyak digunakan sebagai backup power dalam pengoperasian base transceiver station (BTS). Hal ini akan meningkatkan konsumsi diesel dalam penggunaan bahan bakar minyak berupa solar dan dilain pihak dapat merusak lingkungan karena gas buang yang dihasilkan. Untuk itu diperlukan sumber energi alternatif pengganti diesel generator sebagai backup power. Fuel cell sebagai perangkat penghasil listrik yang ramah lingkungan dapat digunakan sebagai sumber energi. Dengan kelebihan yang dimilikinya, yaitu efisiensi yang tinggi, handal, mudah dan cepat pengoperasiannya serta tidak bising menjadikan fuel cell pilihan yang menjanjikan sebagai backup power pada sektor telekomunikasi .

Kata kunci: *fuel cell, telekomunikasi, base transceiver station, backup power, energi alternatif, ramah lingkungan*

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan tingkat perekonomian yang terus berkembang akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan energi yang akan berakibat pada adanya gangguan terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan adanya perubahan paradigma dalam pengelolaan energi yang mengedepankan diversifikasi dan konservasi energi sehingga peran energi baru terbarukan (EBT) akan lebih maksimal dan diharapkan dapat menjadi penopang utama penyediaan energi nasional di masa depan.

Salah satu cara dalam mendukung program diversifikasi energi adalah melalui pemanfaatan energi alternatif. Selama ini peranan energi fosil

masih mendominasi pemanfaatan energi di Indonesia. Sementara itu, cadangan sumber energi fosil terus mengalami penurunan tanpa diimbangi dengan penemuan sumber energi cadangan yang baru. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya krisis energi.

Pemerintah telah mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional seperti tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014. Tujuan Kebijakan Energi Nasional adalah untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri.

Permasalahan lain yang tidak kalah penting dan terkait isu lingkungan, yaitu tentang emisi gas rumah kaca (GRK). Dengan berbagai masalah yang dihadapi dalam sektor energi di Indonesia,

ditambah dengan isu lingkungan terkait GRK, maka perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi dampak yang lebih buruk (BPPT, 2016).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut di atas adalah dengan diversifikasi energi dan pengembangan energi baru dan terbarukan. Dengan target tersebut, pengembangan EBT dapat dioptimalkan sekaligus dapat memanfaatkan energi yang ramah lingkungan dan mendukung pembangunan di daerah-daerah terpencil dan terisolasi.

Selain itu, penggunaan telekomunikasi yang semakin meningkat, mendorong perlunya peningkatan layanan dalam menunjang kualitas koneksi dan sinyal telekomunikasi. Selama ini sebagian besar sumber daya listrik utama masih menggunakan listrik PLN. Namun di beberapa lokasi terkendala suplai listriknya sehingga untuk memenuhi kekurangan pasokan listriknya digunakan battery bank dan diesel generator.

Diesel generator banyak digunakan sebagai backup power dalam pengoperasian base transceiver station (BTS). Hal ini tentu saja akan meningkatkan konsumsi diesel dalam penggunaan bahan bakar minyak berupa solar dan dilain pihak akan merusak lingkungan karena gas buang yang dihasilkan.

Salah satu kandidat yang dinilai sangat menjanjikan sebagai solusi sumber energi bersih adalah gas hidrogen yang pemanfaatannya terpentingnya adalah sebagai bahan bakar fuel cell (Fazil, 2016). Fuel Cell sebagai peralatan yang dapat mengubah energi kimia menjadi listrik dapat diaplikasikan pada berbagai bidang. Salah satunya sebagai backup power pada sektor telekomunikasi.

Penggunaan fuel cell sebagai backup power sangat diperlukan ketika listrik dari grid mengalami gangguan yang dapat mengakibatkan berkurangnya pasokan listrik ataupun saat terjadi pemadaman. Provider telekomunikasi mengandalkan backup power untuk menjaga suplai daya yang konstan, menghindari listrik mati serta menjamin tetap beroperasinya menara telepon, perangkat dan jaringan (Fosberg, 2010).

Seiring dengan hal ini, PT. Cascadian Indonesia telah lama menerapkan Fuel Cell sebagai backup power pada BTS. Saat ini PT. Cascadian Indonesia telah memasang fuel cell pada BTS di beberapa lokasi di Indonesia, utamanya di Sumatera (Cascadian, 2017). Penggunaan fuel cell sebagai backup power tentunya akan ikut mendorong program pemerintah dalam diversifikasi energi melalui penggunaan EBT dan juga membantu mengurangi pencemaran lingkungan.

2. BAHAN DAN METODE

Fuel Cell atau sel bahan bakar adalah alat atau divais konversi energi elektrokimia yang mengubah hidrogen dan oksigen menjadi air, dimana secara bersamaan menghasilkan energi listrik secara kontinyu dan panas sebagai buangan

dalam prosesnya. Pada sebuah baterai biasa, energi kimia yang diubah oleh sebuah sel adalah tetap. Struktur dasar fuel cell ini terdiri atas lapisan elektrolit yang diapit oleh anoda dan katoda pada sisi lain.

Fuel Cell memiliki potensi yang besar di masa mendatang, salah satu diantaranya berpotensi sebagai sumber energi. Potensi keuntungan lainnya, fuel cell dapat menghasilkan energi dengan efisiensi konversi yang tinggi, bersih, ramah lingkungan dan bersifat lebih fleksibel.

Beberapa BTS sudah menggunakan fuel cell sebagai backup power. Penggunaan diesel generator sebagai backup power dalam pengoperasian BTS akan meningkatkan konsumsi diesel dalam penggunaan bahan bakar minyak berupa solar dan dilain pihak akan merusak lingkungan karena gas buang yang dihasilkan.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dilakukan survei dan pengukuran kinerja dari sistem fuel cell. Data diambil dari sistem fuel cell di site Wonorejo - Medan. Site ini merupakan salah satu BTS yang menggunakan fuel cell sebagai backup power yang dipasang oleh PT. Cascadian Indonesia. Selanjutnya data yang dihasilkan dari sistem fuel cell tersebut dilakukan analisa untuk mengetahui kinerja dari sistem fuel cell tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem fuel cell yang dipasang pada BTS adalah *ElectraGen™ ME System*, dimana fuel cell yang digunakan adalah jenis *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) dengan bahan bakar campuran antara metanol dan air yang disebut sebagai hydroplus. Adapun spesifikasi dari sistem fuel cell tersebut pada Tabel 1.

Adapun cara kerja sistem fuel yang digunakan terbagi dalam 3 (tiga) sub-sistem yaitu:

1. Sub-sistem penghantar bahan bakar
2. Sub-sistem proses bahan bakar
3. Sub-sistem penghasil daya.

Bahan bakar ditampung dalam sebuah wadah penyimpanan yang terletak di bawah sub-sistem proses dan sub-sistem penghasil daya dengan kapasitas hingga 225 liter. Selanjutnya bahan bakar tersebut dialirkan dengan menggunakan pompa bertekanan untuk kemudian diproses pada bagian reformer melalui proses elektrolisa sehingga dihasilkan hidrogen. Gas hidrogen yang dihasilkan kemudian disimpan sementara di buffer tank sebelum dialirkan ke stack fuel cell untuk diproses menghasilkan daya.

Di dalam sub-sistem penghasil daya, gas hidrogen masuk dengan tekanan rendah lalu digunakan oleh stack fuel cell yang akan aktif secara otomatis jika sensor pembacaan baterai mencapai nilai yang ditetapkan sebelumnya (floating value).

Tegangan yang dikeluarkan oleh stack fuel cell tidak bisa langsung digunakan pada beban namun dikonversi terlebih dahulu dengan menggunakan

DC/DC converter disesuaikan dengan kebutuhan site. Pada umumnya site telekomunikasi menggunakan tegangan 48 VDC. Daya keluaran dapat digunakan pula untuk kebutuhan tegangan AC setelah melalui inverter. Sedangkan untuk sisa reaksi yaitu berupa uap air langsung dikeluarkan ke lingkungan.

Tabel 1. Spesifikasi ElectraGen™ ME System

Specification	Value
Power Rating	2.5 kW, 4.5 kW or 5 kW
Nominal Voltage	24 Vdc or 48 Vdc
Voltage Adjustable	23 to 28 Vdc, 46 to 56 Vdc
Size (W x D x H)	1.35 m x 1.15 m x 1.76 m (53" x 45" x 69")
Footprint (W x D)	1.32 m x 0.85 m (52" x 34")
Enclosure Material	Aluminum
Weight (Product)	295 kg (650 lbs)
Fuel Specification	HydroPlus (methanol-water)
Fuel Tank	225 liters (59 gallons)
Ambient Temperature	-5 to 46 °C (-23 to 115 °F) Standard -40 to 46 °C (-40 to 115 °F) Cold Weather
Location	Outdoor Rated
Communications	SNMPv2c, Dry Contacts & Optional Wireless Remote Monitoring
Certifications	CE and ANSI/CSA FC-1
Run Time Standard 59 Gal Tank	100 Hours @2 kW Output Power 40 Hours @5 kW Output Power

Gambar 1. Layout Sistem Fuel Cell (Wisojodharmo, 2017)

Data yang didapat dari operasional fuel cell yang dipasang di Wonorejo Medan, kemudian dilakukan perhitungan dan diperoleh hasil sebagai

berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kinerja Sistem Fuel Cell di Wonorejo-Medan

Pengisian Bahan Bakar	150	liter
Power	154,82	kWh
Jumlah cycle	7	Cycle
Waktu Operasional	76	jam
Power Rata-rata	2368,24	watt
Konsumsi Bahan Bakar Rata-rata	1,03	liter/kWh
	2,10	liter/jam

Dengan menggunakan Gambar 2 di bawah dilakukan perhitungan efisiensi sistem fuel cell serta konsumsi bahan bakarnya. Diperoleh bahwa efisiensinya sebesar 30 %. Nilai efisiensi yang ada masih sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh Ballard seperti yang terdapat dalam Tabel 3.

Dengan beban dan daya yang digunakan mengacu pada tabel keluaran produsen, sistem yang diamati memiliki nilai efisiensi sistem sebesar 28% dan secara riil hasil ini dapat ditingkatkan kembali jika panas yang dihasilkan oleh reformer digunakan untuk utilitas lainnya hingga efisiensinya mencapai 33%, namun jika dibandingkan dengan sumber energi terbarukan yang lain seperti photovoltaic dengan best cell efisiensi maksimum yang didapat adalah 24.2%. Dari segi start-up hingga online sistem ini hanya dalam hitungan detik. Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata hanya membutuhkan waktu 15-30 detik. Jika menggunakan genset dengan kapasitas sama besar maka untuk menghidupkannya harus secara manual dan mengeluarkan polusi udara yang beragam yaitu kebisingan sebesar 68 dB pada jarak 7 meter dan COx dan NOx yang tinggi.

Gambar 2. Grafik Kinerja Fuel Cell

Dibandingkan dengan diesel generator, sistem fuel cell untuk BTS hanya mengeluarkan kebisingan sebesar 52 dB pada jarak 1 meter. Hal ini dikarenakan sistem fuel cell mempunyai sedikit sekali komponen bergerak dalam prosesnya.

Tabel 3. Perbandingan Backup Power antara Sistem Fuel Cell dengan Generator

	Sistem fuel cell berbahan methanol, g/kWh	Diesel Generator, g/kWh
Emisi		
Nitrogen Oksida (NOx)	0,007	7,5
Karbon Monoksida (CO)	0,170	8,0
Sulfur Oksida (SOx)	0	12
Partikel	0	0,8
Karbon Dioksida (CO ₂)	783	1500
Tingkat Kebisingan		
Desibel	Rendah	Keras
	52 dB pada 1 m	68 dB pada 7 m
	47 dB pada 7 m	
Efisiensi Sistem		
Efisiensi	33%	10-25 %
Biaya Operasional		
Maintenance	1 x per tahun	2-4 x per tahun
Jumlah Komponen Bergerak	Sedikit	Banyak

Sumber: Knights, 2014

Penggunaan backup power sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan pasokan listrik. Listrik yang berasal dari grid, dalam hal ini PLN dapat mengalami gangguan karena alam seperti cuaca yang ekstrim sehingga pasokan listrik menjadi berkurang. Secara regulasi, backup power yang diperlukan untuk telekomunikasi adalah 8 (delapan) jam (Krishnan dkk, 2012). Namun demikian untuk mengatasi kekurangan listrik apabila terjadi

pemadaman yang cukup lama, kemampuan backup power yang lama yaitu antara 24 – 76 jam juga diperlukan. Hal ini untuk menjamin tetap beroperasinya layanan telekomunikasi.

Pada umumnya provider menggunakan 3 (tiga) kombinasi backup power yang terdiri dari:

1. Baterai
Baterai sebagai backup power menghasilkan listrik DC. Baterai dapat mensuplai energi selama energi tersebut tersimpan dalam baterai. Namun demikian, Kondisi alam yang ekstrim dapat mengganggu operasional sistem baterai.
2. Generator
Generator dapat menghasilkan listrik AC, dapat diaktifkan secara manual maupun otomatis. Generator biasa dipakai pada daerah remote/terpencil dimana pada daerah tersebut tidak ada jaringan listrik.
3. Fuel Cell
Fuel cell sebagai backup power menggunakan Proton Exchange Membrane (PEM) Fuel Cell dan menghasilkan listrik DC

Diantara ke 3 backup power tersebut, fuel cell merupakan backup power terbaik. Fuel cell lebih efektif dibanding baterai. Fuel cell dapat beroperasi 10 tahun lebih, dan tidak mengalami pengurangan kualitas maupun kuantitas energinya (Cascadian, 2017).

Bila dibandingkan dengan generator, fuel cell lebih bersih, tidak berisik dan memerlukan perawatan yang lebih sedikit. Beberapa kelebihan fuel cell sebagai backup power adalah :

- Efisiensi operasional sekitar 50%
- Bersifat modular
- Mempunyai rentang suhu operasional yang luas (-40°F – 122°F)
- Dapat dipasang indoor maupun outdoor, dan tidak membutuhkan landasan yang luas
- Tidak mempunyai moving part sehingga mempunyai life time yang panjang

Tabel 4 di bawah menampilkan total cost yaitu capital cost ditambah dengan operation dan maintenance cost dari sistem backup power. Terlihat bahwa fuel cell sebagai backup power mampu bersaing dengan baterai ataupun generator.

Tabel 4. Total Cost untuk Sistem Backup Power

Waktu Running	Instalasi Outdoor			Instalasi Indoor		
	Baterai/Generator	PEM Fuel Cell tanpa Pajak Insentif	PEM Fuel Cell dengan Pajak Insentif	Baterai	PEM Fuel Cell tanpa Pajak Insentif	PEM Fuel Cell dengan Pajak Insentif
8 jam				\$19,037	\$14,023	\$12,136
52 jam	\$61,082	\$61,326	\$56,609			
72 jam	\$47,318	\$33,901	\$32,014			
176 jam	\$75,575	\$100,209	\$95,491			

Sumber : <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/41572.pdf>

Green Energy Replacement For Back-Up Power

Gambar 3. Penggunaan Energi Ramah Lingkungan sebagai Backup Power pada Telekomunikasi (PT. Cascadian Indonesia, 2017)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh PT. Cascadian Indonesia, dilaporkan bahwa untuk melayani sebuah BTS selama 48 jam diperlukan 6 (enam) tabung hidrogen dengan kapasitas per tabung sebesar 260 ft³ atau total sebesar 1560 ft³, sementara bila digunakan genset maka diperlukan 240 liter solar.

Tabel 5. Perbandingan Kualitatif Sistem Backup Power

	Fuel Cell	Diesel	Baterai
Kehandalan	+	-	+
Biaya Modal (\$/kWh)	-	+	++
Perpanjangan Waktu Pengoperasian	++	-	--
Emisi	++	-	++
Tingkat Kebisingan	+	-	++
Berat	+	-	-
Efisiensi	+	-	++
Biaya Bahan Bakar pertahun	+	-	++
Biaya Perawatan Pertahun	+	-	++
Frekuensi Perawatan	++	-	~
Perbaikan	+	+	--
Kondisi Remote dan Pengecekan	+	-	~
Life Time Operasi	+	++	--

Sumber: <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/60730.pdf>

Secara ekonomi, fuel cell sebagai backup power memang lebih mahal dibanding genset. Namun demikian, biaya operasional tahunan fuel cell masih lebih murah dibanding genset dan apabila mengacu pada kelebihan yang dimiliki fuel cell maka fuel cell masih tetap menguntungkan dibanding genset.

Selain itu, bila dibandingkan dengan diesel dan baterai, fuel cell sebagai backup power secara kualitatif mempunyai banyak kelebihan (Ma dkk, 2017) seperti terdapat dalam Tabel 5.

Tanda (++) menunjukkan bahwa sistem lebih bagus dari pembandingnya, sedangkan tanda (--) menunjukkan bahwa sistem lebih buruk dibandingkan pembandingnya.

4. KESIMPULAN

Penggunaan fuel cell sebagai backup power pada BTS secara umum memberikan keuntungan yaitu mendukung program pemerintah dalam penggunaan energi baru terbarukan.

Penggunaan sistem fuel cell lebih efektif dalam hal respon start-up, sehingga BTS akan langsung dan cepat mendapatkan daya saat terjadi pemadaman ataupun listrik PLN mengalami gangguan.

Sistem fuel cell secara handal dapat dilakukan start-up pada berbagai kondisi, mempunyai efisiensi yang tinggi, mempunyai tingkat kebisingan yang rendah, lebih efektif dan mudah dalam pengoperasiannya.

Dibanding dengan diesel generator, sistem fuel cell sebagai backup power mempunyai biaya operasional tahunan yang lebih murah, serta life time yang lebih lama.

Pengoperasian dan perawatan sistem fuel cell yang mudah menjadikan sistem fuel cell sebagai pilihan backup power yang tepat untuk mengganti diesel generator.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPT., (2016). Outlook Energi Indonesia 2016. Pengembangan Energi untuk Mendukung Industri Hijau. Pusat Teknologi Sumber Daya Energi dan Industri Kimia, BPPT.
- Fazil Serincan, Mustafa., (2016). Reliability Considerations of A Fuel Cell Backup Power System for Telecom Applications, *Journal of Power Sources* 309 (2016) 66-75.
- Fosberg, Kathy., (2010). Fuel Cell Systems Provide Backup Power in Telecom Applications.
- https://energy.gov/sites/prod/.../ftco_early_mkts_fc_backup_power_fact_sheet.pdf. Early Market: Fuel Cell for Backup Power. US Department of Energy. Energy Efficiency and Renewable Energy. Akses 06-11-2017.
- <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/41572.pdf>. Early Market: Fuel Cells for Backup US Department for Energy Hydrogen Program. Akses 08-11-2017.
- <https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/44520.pdf>. Fuel Cells for Backup Power in Telecommunications Facilities. US Department for Energy Hydrogen Program. Akses 20-11-2017.
- Knights, Shanna., (2014). Fuel Cell System for Telecom Backup Power.
- Krishnan, Kannan Jegathala., Kalam, Akhtar., Zayegh, Aladin., (2012). Experimental Investigation of H₂ Generator and PEM Fuel Cell as a Remote Area backup Power. *Procedia Engineering* 49 (2012) 66-73.
- Kurtz, Jennifer., Saur, Genevieve., Sprik, Sam., (2015). Hydrogen Fuel Cell Performance as Telecommunication Backup Power in the United State. National Renewable Energy Laboratory. Technical Report 2015.
- Ma, Zhiwen., Eichman, Josh., Kurtz, Jennife., (2017). Fuel cell Backup Power Unit Configuration and Electricity Market Participation: A Feasibility Study. National Renewable Energy Laboratory. Technical Report 2017.
- PT. Cascadiant Indonesia, (2017) Laporan Survey Lapangan BTS di Medan.
- Wisojodharmo, Lies Agustine., Susanto, Herri, Kurniawan., Witjakso, Ario., Dewi, Eniya Listiani., Majlan, Edy H., (2017). The Use of Fuel Cell as Hybrid System at the Center for New and Renewable Energy Utilization Technology Baron Techno Park. International Conference on Fuel Cell and Hydrogen Technology 2017.