

MEMBANGUN STRATEGI PENGEMBANGAN *FUEL CELL* DI INDONESIA: Tinjauan Ringkas

Hariyanto, M.A.M. Oktaufik

Balai Besar Teknologi Energi (B2TE)-BPPT
Kawasan Puspiptek Cisauk-Tangerang Indonesia
Email: hariyanto_b2te@webmail.bppt.go.id

ABSTRAK

Teknologi *fuel cell* (sel bahan bakar) dewasa ini masih terus berkembang pesat dan disempurnakan. Hampir semua negara maju memberikan anggaran yang cukup besar untuk penelitian teknologi sel bahan bakar dari mulai pengembangan hingga proyek percontohan agar teknologi sel bahan bakar dapat segera memasuki ajang pasar komersial secepat mungkin. Dalam tulisan ini secara ringkas ditinjau pendekatan untuk penyusunan strategi pengembangan teknologi sel bahan bakar di Indonesia, khususnya terkait dengan peningkatan kerjasama antar pelaku peneliti dan pengembang sel bahan bakar di Indonesia. Beberapa pertimbangan awal yang bisa dijadikan dasar pada pengembangan sel bahan bakar di Indonesia a.l.: kemampuan sumber daya manusia, perkembangan teknologi material, ketersediaan sumberdaya alam, serta arah aplikasi yang tepat dan potensi pasar.

Kata kunci: Sel bahan bakar, Hidrogen, Energi

ABSTRACT

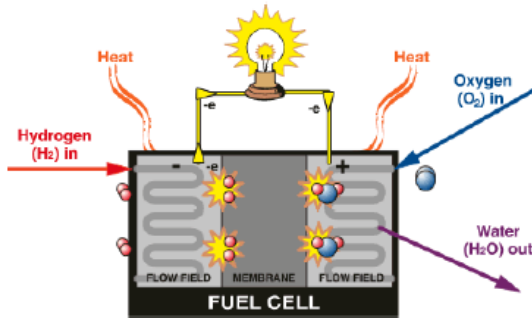
The technology of fuel cell nowadays has been improving rapidly and becoming even more perfect. Almost all the developed countries have been financing the fuel cell technology research from developing until pilot project so that the fuel cell technology can enter the commercial market as soon as possible. In this paper, the strategy to develop the fuel cell technology in Indonesia will be briefly approached, in particular to improve the cooperation between researcher and developer of the fuel cell in Indonesia. Some of the first considerations on which the fuel cell development in Indonesia are based, are among others: the capability of the human resource, development of technology material, availability of resources, and the correct application and market potential.

Key words: Fuel cell, Hydrogen, Energy

1. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi sel bahan bakar sangat pesat dewasa ini, bahkan Amerika Serikat sebagai negara yang maju di bidang pengembangan teknologi sel bahan bakar memberikan anggaran dana penelitian dan pengembangan sel bahan bakar sebesar USD 200 juta atau setara dengan Rp 2 trilyun untuk tahun anggaran 2009 (Anon, 2009). Bandingkan dengan anggaran penelitian dan pengembangan sel bahan bakar di Indonesia yang kurang lebihh sebesar Rp 5 milyar per tahun.

Uni Eropa membelanjakan sekurangnya 940 juta Euro untuk membiayai proyek penelitian dan pengembangan hidrogen dan sel bahan bakar, sedangkan Jepang sebagai salah satu negara termaju di bidang pengembangan sel bahan bakar memberikan anggaran sebesar 35 trilyun Yen per tahun atau setara dengan Rp 2,45 trilyun.



Gbr. 1. Ilustrasi prinsip kerja sel bahan bakar

Sel bahan bakar merupakan teknologi yang unik dalam aplikasinya, dimana dari beberapa jenis sel bahan bakar yang ada, mempunyai kekhususan masing-masing dalam penerapannya. Sebagai contoh sel bahan bakar jenis *proton exchange membrane*, karena beroperasi pada temperatur yang rendah (cepat *start up*) dan menggunakan elektrolit padatan, maka jenis sel bahan bakar ini cocok untuk digunakan sebagai pembangkit listrik portable dan untuk catudaya kendaraan bermotor. Begitu juga dengan jenis sel bahan bakar yang lain mempunyai kekhususan tersendiri dalam aplikasinya.

Jika dilihat dari uraian perbandingan besarnya anggaran tersebut di atas maka perlu dibuat strategi khusus agar dengan dana yang ada tersebut Indonesia tetap masih bisa ikut berkiprah pada kegiatan pengembangan sel bahan bakar internasional. Beberapa pertimbangan awal yang bisa dijadikan dasar pada pengembangan sel bahan bakar di Indonesia adalah sebagai berikut:

- Kemampuan sumber daya manusia
- Perkembangan teknologi material
- Ketersediaan sumberdaya alam
- Arah aplikasi yang tepat dan potensi pasar

2. KEMAMPUAN SUMBERDAYA MANUSIA

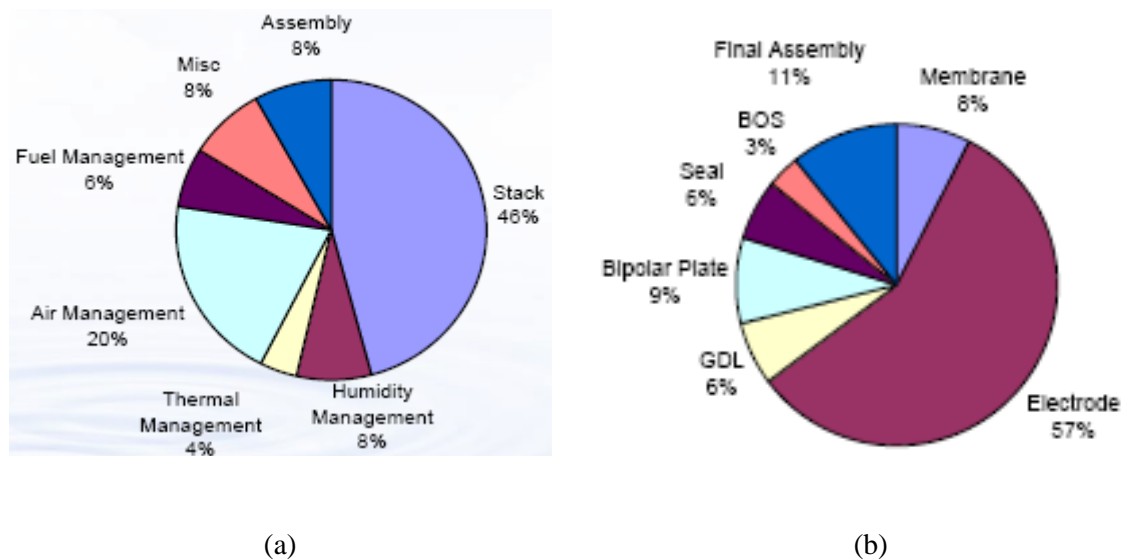
Meskipun tidak sebanyak China dan India, sumberdaya manusia (SDM) Indonesia yang menguasai dan sedang memperdalam ilmu dan pengetahuan di bidang teknologi sel bahan bakar makin hari makin bertambah banyak, baik di luar maupun di dalam negeri. Masing-masing mempunyai kelebihan berdasarkan bidang ilmu maupun ketrampilan khusus yang dimiliki terkait dengan teknologi sel bahan bakar.

Jika dipilah dari jenis sel bahan bakar, porsi SDM yang paling banyak adalah yang berkecimpung pada penelitian dan pengembangan sel bahan bakar jenis PEM, sedangkan dari disiplin ilmu atau bidang penelitiannya maka bidang material dan teknik kimia yang paling banyak melakukan penelitian bertemakan sel bahan bakar.

Untuk disiplin ilmu lain yang berkaitan dengan instrumentasi dan kontrol serta desain, simulasi kesetimbangan panas dan massa masih sangat terbatas, padahal hal ini sangat diperlukan dalam kegiatan pengembangan sel bahan bakar di Indonesia.

3. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI MATERIAL SEL BAHAN BAKAR

Salah satu faktor kunci dalam komersialisasi sel bahan bakar yang sangat penting adalah keberhasilan dan pengembangan material sel bahan bakar yang mempunyai kinerja yang lebih baik dan ekonomis. Porsi terbesar dalam fabrikasi sel bahan bakar – jenis *Proton Exchange Membrane* - adalah pada bagian *Membrane Electrode Assembly* (MEA) yang merupakan jantung sel bahan bakar. Bagian ini terdiri dari komponen elektroda, katalis dan membran elektrolit. Porsi terbesar dari komponen biaya pembuatan sistem sel bahan bakar adalah pada bagian *stack*-nya yaitu sekitar 46%, sedangkan dari *stack* tersebut biaya komponen yang paling besar adalah untuk komponen katalis sebesar 57% seperti terlihat pada Gbr. 2.



(a) (b)
**Gbr. 2. Komposisi Biaya (a) Sistem Sel Bahan bakar
 (b) Stack Sel Bahan bakar (Anon, 2002)**

Dari gambaran komposisi biaya tersebut maka secara rasional arah yang paling menguntungkan untuk penelitian dan pengembangan sel bahan bakar di Indonesia adalah pada komponen yang mempunyai porsi yang besar.

4. KETERSEDIAAN SUMBERDAYA ALAM

Ketersediaan sumberdaya alam (SDA) lokal sangat menentukan dalam pengembangan dan komersialisasi komponen sel bahan bakar jangka panjang. Pengembangan komponen sel bahan bakar di Indonesia sebaiknya diarahkan dengan bertumpu pada sumberdaya alam yang ada di Indonesia.

**Tabel 1. Potensi sumberdaya alam logam di Indonesia
(Anon, 2007)**

Jenis Mineral	Jumlah Logam (juta ton)
Nickel	29.602.021
Bouxite	283.648.373
Tembaga	68.113.170
Besi	39.117.666
Mangaan	1.105.169
Timah Putih	622.402
Emas	5.313
Perak	507.806
Seng	5.859.849
Kobal	1.304.604
Chromium	756.392
Platinum	2.985.335
Molibdinum	346.505

Sebagai contoh prosentase biaya katalis pada elektroda adalah sebesar 50-60%, dengan pengembangan katalis logam yang berbasis platina maka jika material komponen tersebut tersedia pada Tabel 1 akan meningkatkan tingkat kandungan dalam negeri yang cukup besar. Dengan pengembangan berbasis sumberdaya alam lokal tersebut maka Indonesia masih akan mampu bersaing dengan negara-negara lain yang lebih dulu berkecimpung di bidang sel bahan bakar.

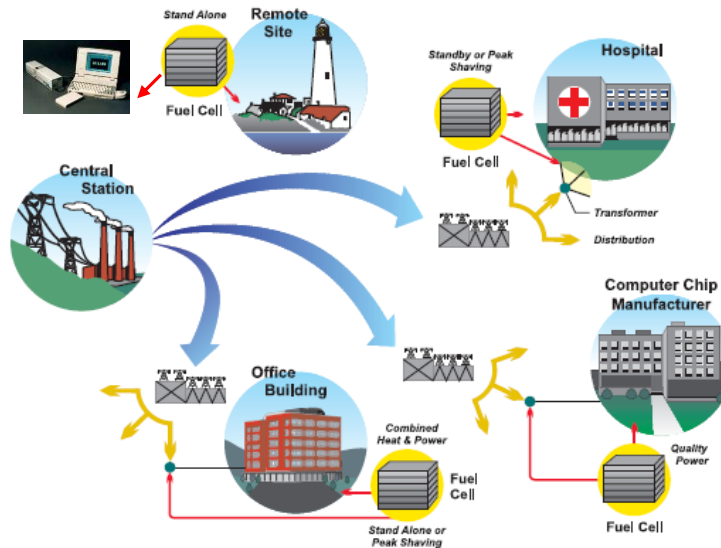
5. ARAH APLIKASI SEL BAHAN BAKAR YANG TEPAT DAN POTENSI PASAR

Secara garis besar arah aplikasi sel bahan bakar dibedakan menjadi dua, yakni aplikasi untuk *stationary power generation* dan aplikasi untuk transportasi.

Dalam menentukan arah aplikasi sel bahan bakar ini harus mempertimbangkan beberapa aspek di antaranya adalah aspek teknik dan ekonominya. Aspek teknis dimaksud adalah menyangkut penguasaan teknologi dan infrastrukturnya.

Dua jenis sel bahan bakar yang saat ini dominan dikembangkan adalah jenis PEM dan jenis *solide oxide* (SOFC). Jenis yang pertama tersebut mengarah kepada aplikasi untuk pembangkit listrik skala kecil seperti untuk catudaya listrik di perumahan (sel bahan bakar *home system*) dan untuk pembangkit listrik tersebar seperti catudaya listrik pada TV *repeater*, *base transceiver station* (BTS) telekomunikasi. Selain itu PEM FC juga banyak diaplikasikan untuk catudaya pada kendaraan bermotor (transportasi) karena beroperasi pada temperatur rendah (60-80 °C) sehingga lebih cepat untuk *start-up*.

Sel bahan bakar jenis SOFC karena beroperasi pada temperatur tinggi (850-1000 °C) sangat cocok untuk diaplikasikan sebagai pembangkit listrik skala besar karena SOFC mampu diterapkan untuk sistem kogenerasi yang mempunyai efisiensi cukup tinggi.



Gbr. 3. Beberapa aplikasi sel bahan bakar

Jumlah BTS di Indonesia saat ini sekitar 54.000 unit, jika 5% nya terdapat di daerah terpencil yang tidak terdapat jaringan PLN, maka terdapat potensi untuk mengaplikasikan sel bahan bakar pada sistem ini.

Secara teknis aplikasi sel bahan bakar untuk *stationary power generation* lebih mudah dibandingkan dengan aplikasi pada transportasi. Pada aplikasi *stationary power generation*, jika harga sel bahan bakar stack sudah memasuki harga komersial (USD 750) dan durabilitasnya lebih besar dari 40.000 jam maka siap untuk diaplikasikan.

Aplikasi sel bahan bakar di sektor transportasi sampai menuju era komersial dirasakan lebih kompleks dibandingkan dengan aplikasi stationer. Pada sektor transportasi terkendala oleh infrastruktur hidrogen, dimana belum ada terminal pengisian bahan bakar hidrogen di Indonesia dan diperlukan biaya yang cukup tinggi untuk membangun. Selain itu permasalahan lain yang tak kalah pentingnya adalah masalah harga. Harga mobil sel bahan bakar masih relatif tinggi sehingga belum kompetitif. Perusahaan otomotive raksasa seperti Honda, Toyota dan Daimler yang intensif melakukan pengembangan mobil sel bahan bakar sampai saat ini bahkan belum bisa *me-release* unit mobil sel bahan bakar komersial di pasaran yang kompetitif harganya. Karena dengan harga FC stack USD 3000/kW saat ini, maka untuk 1 unit mobil dengan 100 kW diperlukan dana USD 300.000 hanya untuk biaya sel bahan bakarnya saja belum kelengkapan yang lainnya. Sebuah harga yang masih tergolong sangat mahal saat ini untuk 1 unit mobil sel bahan bakar.

6. KERJASAMA ANTAR PELAKU PENELITIAN DAN PENGEMBANG SEL BAHAN BAKAR DI INDONESIA

Poin yang paling terasa lemah di dalam penelitian dan pengembangan di Indonesia adalah koordinasi penelitian dan pengembangan (litbang) di masing-masing lembaga. Dari porsi dana penelitian dan pengembangan sel bahan bakar di Indonesia yang relatif kecil tersebut, masih ditambah lagi permasalahan tumpang tindih litbang yang mengakibatkan ketidakefektifan secara nasional. Apabila dana yang hanya sedikit tersebut terfokus pada bidang-bidang utama yang perlu dikembangkan dan saling mengisi antar semua pemangku kepentingan di Indonesia maka akan diperoleh hasil yang lebih optimal.

Sampai saat ini tak kurang dari 5 institusi yang sedang meneliti dan mengembangkan sel bahan bakar di Indonesia, di antaranya: BPPT yang terfokus pembuatan sel *stack* PEMFC dan aplikasinya, LIPI: Sintesa material membran, katalis, elektroda dan sistem sel bahan bakar, BATAN : Sistem penyimpanan hidrogen, Balitbang-ESDM : Pengembangan sistem sel bahan bakar PEMFC, UI : Pengembangan katalis DMFC/PEMFC dan sistem kontrol , ITB: Pengembangan membran dan elektroda, dan lain-lain.

7. KESIMPULAN

Kemampuan SDM di bidang teknologi sel bahan bakar tampak berkembang terus, namun belum cukup merata di semua aspek teknologi yang kritikal bagi pengembangannya. Jumlah paling banyak adalah yang berkecimpung pada penelitian dan pengembangan sel bahan bakar jenis PEM, sedangkan dari disiplin ilmu atau bidang penelitiannya maka bidang material dan teknik kimia yang paling banyak melakukan penelitian bertemakan sel bahan bakar. Untuk disiplin ilmu lain yang berkaitan dengan siste aplikasinya, seperti tentang instrumentasi dan kontrol serta desain, simulasi kesetimbangan panas dan massa

masih sangat terbatas. Demikian juga pada pengembangan infrastruktur hidrogen yang sangat kritikal bagi aplikasi massal teknologi ini.

Untuk komponen biaya pembuatan sistem sel bahan bakar, porsi terbesar adalah pada bagian *stack*-nya yaitu sekitar 46%, sedangkan dari *stack* tersebut biaya komponen yang paling besar adalah untuk komponen katalis sebesar 57%. Penelitian dan pengembangan sel bahan bakar di Indonesia bisa diarahkan kepada komponen yang mempunyai porsi yang cukup besar.

Dalam kaitannya dengan ketersediaan bahan baku atau sumber daya alam tampaknya sangat prospektif untuk Indonesia. Dengan pola pengembangan berbasis sumberdaya alam lokal, Indonesia masih akan mampu bersaing dengan negara-negara lain yang lebih dulu berkecimpung di bidang sel bahan bakar.

Sedangkan melihat potensi pasar dan kendala teknis yang ada, maka aplikasi sel bahan bakar di Indonesia lebih mendekati ke era komersial pada aplikasi stationer.

Penelitian dan pengembangan teknologi sel bahan bakar di Indonesia sedang berjalan sampai dengan saat ini. Namun dalam prakteknya, untuk mendapatkan hasil yang optimal masih diperlukan peningkatan koordinasi antar semua pemangku kepentingan yang ada yang menyangkut koordinasi teknis dan program. Hal ini dapat terlihat dari masih sedikitnya institusi yang terlibat dalam pengembangan teknologi sel bahan bakar, bahkan dengan fokus masing-masing yang secara nasional belum dapat dikatakan sinergis. Demikian juga masih banyak aspek teknis terkait SDM, SDA dan industrialisasi hingga komersialisasi, belum mendapatkan perhatian sama sekali dari instansi teknis terkait maupun kelompok swasta nasional yang potensial. Untuk itu diperlukan juga adanya kebijakan yang kondusif sehingga berbagai aspek yang masih pasif dapat berinisiatif atau termotivasi untuk memulai dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon, (2009). *International Hydrogen and Fuel Cell Policy and Funding*, www.fuelcell.org.
- Anon, (2002). *National Energy Hydrogen Road Map*, DOE-USA, Washington, Nopember.
- Anon, (2007). *Key Indicator of Indonesia Energy and Mineral resources*, Center for Data and Information, DESDM, Jakarta.
- A. Heinzl, G With, Mahlendorf, Ckreuz, L Preissner, (2008). *Advances in Production Technology for Fuel Cells*, Fuel Cell Seminar, Phoenix.
- Sosina M Heile, (2003). *Fuel Cell Materials and Component*, Acta Materialia 51, pp. 5981–6000.
- Sunitya Statyapal, (2007). *Fuel Cell Cost Reduction and R&D Progresss*, Seoul, June.