

POTENSI RANPUR BERTENAGA FUEL CELL UNTUK Mendukung Teknologi Siluman dan Kekuatan Tempur

Amri Widyatmoko¹

ABSTRAK

Teknologi ranpur (*combat vehicle*) terus berkembang mengikuti perkembangan zaman, termasuk era *post pandemic* yang menjadi momentum *electric vehicle* (EV). Sama-sama menggunakan motor listrik, pasar mobil listrik jenis *lithium battery* (EV) di dunia lebih mendominasi dibandingkan mobil listrik *fuel cell* hidrogen (FCV). Walaupun demikian terdapat keunggulan *fuel cell* hidrogen (FCV) yang tidak dapat ditandingi oleh *lithium battery* yaitu kapasitas daya yang besar untuk mendukung jarak tempuh dan kecepatan dalam *refueling/recharging* atau pengisian sumber listrik. Sistem propulsi berbasis hidrogen yang menghasilkan listrik memiliki keuntungan bebas suara (*noise*), asap (*smoke*), bau (*odor*) dan panas (*heat*). Hal ini jika diterapkan pada ranpur dapat mendukung kapabilitas siluman (*stealth*) sehingga tidak terdeteksi radar pada level tertentu. Kelebihan lain ranpur bertenaga *fuel cell* hidrogen adalah mengurangi ketergantungan kepada BBM, mengurangi polusi udara dan hidrogen termasuk dalam Energi Baru Terbarukan (EBT) yang bisa dibuat dari banyak sumber. Dalam kondisi keadaan militer terdesak dan jauh dari logistik, hidrogen bisa dibuat sendiri dengan metode elektrolisis air memanfaatkan tenaga surya atau tenaga lain.

Kata Kunci: *Fuel Cell*, Hidrogen, Ranpur, Siluman

¹ Penulis merupakan konsultan di bidang energy services di PT Fernandy JA, dapat dihubungi melalui email : amry@fernandy.com atau amrymoko@gmail.com.

1. PENDAHULUAN

Hidrogen merupakan sumber energi terbarukan yang dipertimbangkan menjadi pengganti bahan bakar fosil karena jumlahnya yang melimpah, dapat diperbarui, dan tidak menghasilkan emisi. Impor BBM dan mahalannya subsidi menjadi beban APBN, sudah selayaknya negeri ini memperbanyak sumber energi yang rendah karbon dengan cara meningkatkan persentase energi terbarukan dalam bauran energi atau *energy mix*. Momentum transisi energi telah terjadi dengan adanya pandemi COVID-19, semua industri perminyakan di dunia sedang mengubah haluan strategi dengan menjadi produsen energi rendah karbon.

Secara kesiapan (*readiness*) kerangka transisi energi Indonesia dari bahan bakar fosil ke Energi Baru Terbarukan (EBT) dinilai masih belum siap. Sebagai contoh untuk sektor ketenagalistrikan, komitmen politik pemerintah belum dapat memperbaiki kualitas kerangka kebijakan dalam dukungan transisi energi. Berbagai insentif dan subsidi sudah dikeluarkan tetapi lebih banyak ke konvensional, belum menyentuh *Green Recovery* yang sampai proyeksi tahun 2021 hanya mendapat porsi 3.5 % dari total *budget* pembangunan sumber energi listrik baru (IESR, 2020).

Dalam hal penetrasi kendaraan listrik, Indonesia sangat tertinggal dengan negara lain, dari target 900.000 unit hanya terealisasi 2279 unit kendaraan listrik.

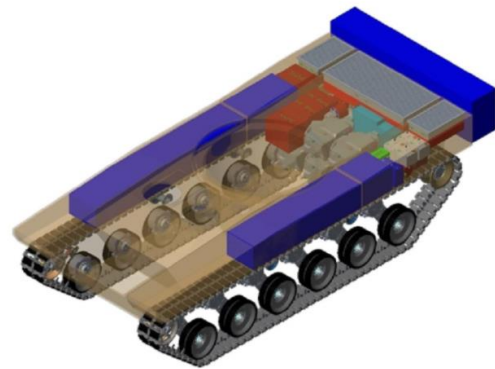
Momentum pandemik bisa dimanfaatkan untuk mempercepat transisi dari kendaraan *combustion engine* yang menghasilkan emisi menuju kendaraan listrik yang bebas emisi, *sustainable* dan ramah lingkungan. Begitu juga dalam ranah militer, kendaraan tempur (ranpur) dalam perkembangan masa depan akan banyak menggunakan fitur *stealth* dan mengadopsi teknologi motor listrik *fuel cell* (FCV) dengan hidrogen sebagai bahan bakar utama yang mendukung logistik operasi dalam memenangkan sebuah pertempuran.

Pengadaan dan pengembangan ranpur berbahan bakar hidrogen akan menjadi strategi baru inovasi alutsista nasional disamping mendorong transisi pasar dalam negeri untuk segera beralih menuju kendaraan bebas emisi.

2. ISI PENELITIAN

Karya tulis ini akan membahas strategi untuk mengembangkan ranpur bertenaga hidrogen dan dukungannya terhadap fitur siluman dengan cara melakukan studi literatur yang bersumber dari jurnal, buku, artikel media massa dan sebagainya kemudian dianalisis.

Ide studi ini berawal dari berita di media bahwa *U.S. Army Research Laboratory* sedang mengeksplorasi potensi teknologi pembangkit listrik *fuel cell* hidrogen untuk diterapkan pada kendaraan militer darat, baik tank maupun *IFV* (*Infantry Fighting Vehicle*).



Gambar 1. Konsep tank dengan hidrogen *powerpack*.
(Sumber: www.fuelcellsworks.com, *U.S. Army Combat Capability Development Command GVSC*).

Tank ini didesain dengan menggunakan *powerpack* hidrogen (*electric motor*) yang secara torsi dan daya kuda lebih besar dibandingkan *combustion engine* sehingga lebih baik dalam melewati medan yang tidak

rata dan curam. Keuntungan lain dari *fuel cell* hidrogen (*FCV*) adalah berat yang lebih ringan, bergerak dengan senyap (*silent mobility*) tanpa suara dan panas, dan sumber hidrogen yang bisa didapat dari mana saja dan dibuat di mana saja. Paling tidak ada dua hal yang mendasari yaitu kebutuhan militer untuk mengurangi *carbon footprint* dan menjadi *trigger* untuk pembangunan infrastruktur baru dan teknologi *FCV* itu sendiri.

Prinsip kerja dari *FCV* terdiri dari tiga tahap. Pertama, hidrogen dari tangki mobil dan oksigen dari luar bertemu pada *fuel cell stack*. Kedua, reaksi kimia hidrogen dan oksigen menghasilkan energi listrik dan buangan berupa air, tahap ketiga yaitu konversi dari energi listrik ke motor elektrik. Tahap terakhir serupa dengan *EV*, jadi hanya bagian konversi energi dari reaksi kimia dan sumber energi yang membedakan.

Berikut ini akan dibahas kelebihan dan tantangan yang kedepannya perlu diteliti lebih lanjut dalam mengembangkan kendaraan ranpur, yaitu tangki hidrogen, efisiensi *fuel cell stack*, dan teknologi *stealth*.

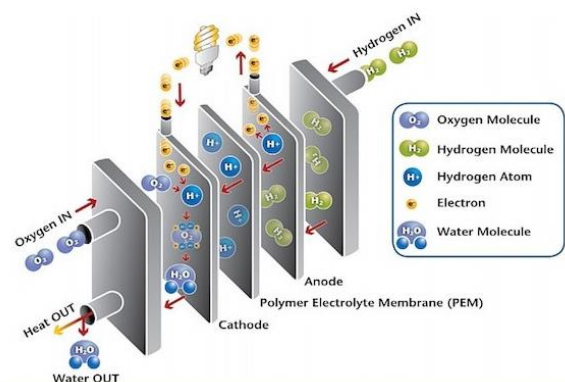
2.1 Tangki Hidrogen

Desain tangki pada *FCV* pada saat ini jauh lebih efisien, yaitu lebih besar yang menyatu dengan desain kendaraan berbentuk *T* di bawah kabin sehingga kapasitas menjadi lebih besar. Sebagai contoh, Toyota Mirai dengan kapasitas 5.6 kg mampu membawa mobil berjalan sejauh 646 km sekali pengisian. Desain tangki harus dibuat aman, kuat dan ringan karena akan menampung *high-pressure hydrogen* sampai 10.000 psi. Bahan yang digunakan berupa plastik polimer mengandung serat karbon yang mampu menampung kapasitas 5-6 kg hidrogen dan sudah lolos uji tabrak level tinggi. Pada desain ranpur, tangki hidrogen dapat ditempatkan di luar kabin untuk menghindari bahaya kebocoran, jika ada maka akan cepat menguap di udara. Lapisan terluar pada

kendaraan perlu ditambahkan ekstra *armor shield*. Dengan desain optimal dan bahan polimer serat karbon, kapasitas hidrogen yang dibawa ranpur menjadi maksimal dan lebih ringan secara bobot, sehingga daya jangkau menjadi berlipat dibandingkan dengan ranpur mesin diesel.

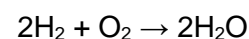
2.2 Fuel Cell Stack

Fuel Cell merupakan teknologi inti reaksi kimia hidrogen-oksigen yang diubah ke energi listrik. Banyak jenis dari teknologi ini, diantaranya adalah *polymer electrolyte membrane fuel cell* (*PEMFC*) yang biasa digunakan pada mobil komersil. Teknologi ini memiliki keuntungan *power density* yang tinggi dan suhu operasi yang rendah. Dalam operasinya metode ini menggunakan *membrane* padat sebagai katalis sehingga bebas pelarut dan lebih aman dari sifat korosif. Efisiensi *PEMFC* mencapai 50 % dibandingkan *combustion engine* yang kurang dari 20%.

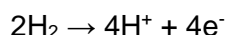


Gambar 2. Teknologi *PEMFC* dengan konstruksi yang tidak rumit dapat menjadi andalan di sektor transportasi. (Sumber: www.fuelcellstore.com).

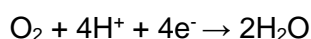
Berikut ini penjelasan singkat reaksi kimia yang terjadi pada *fuel cell*:



Pada kutub positif (*anode*), hidrogen dioksidasi menjadi proton. Selain itu setiap atom H akan melepaskan elektron:



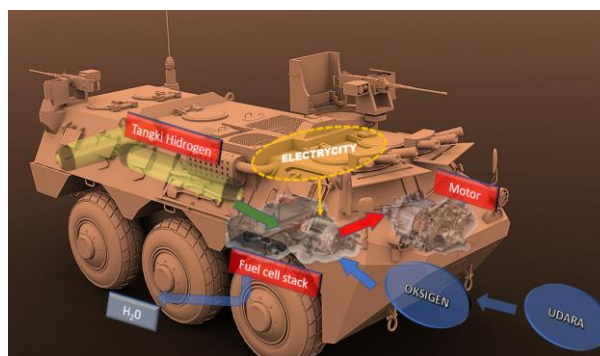
Proton ini akan bergerak menuju kutub negatif (*cathode*) melewati membran. Sedangkan elektron yang terbentuk akan menghasilkan arus listrik jika dihubungkan dengan penghantar listrik menuju katoda. Pada katoda oksigen dirubah:



Oksigen akan bergabung dengan empat elektron, menjadi ion oksigen yang bermuatan negatif kemudian bergabung lagi dengan proton yang mengalir dari anoda. Setiap ion oksigen akan melepaskan kedua muatan negatifnya dan bergabung dengan dua proton, sehingga terjadi oksidasi menjadi air (H_2O). Energi yang diproduksi dari *fuel cell* merupakan reaksi kimia pembentukan air, alat konversi energi elektrokimia ini tidak akan menghasilkan emisi yang berbahaya bagi lingkungan. Sedangkan dari segi efisiensi energi, penerapan *fuel cell* pada baterai akan sepuluh kali tahan lebih lama dibandingkan dengan baterai *lithium*, dan untuk pengisian kembali energi akan lebih cepat karena energi yang digunakan bukan listrik, tetapi bahan bakar berbentuk cair atau gas.

Pada perkembangan teknologi terkini, Toyota Mirai misalnya, jumlah sel bahan bakar menjadi lebih sedikit sehingga lebih ringan, karena *power density* bisa ditingkatkan sampai 5,4 kW per liter dan tenaga menjadi 130 kW (174 HP). Untuk kekuatan motor listrik sendiri sebagai contoh *Tesla Cybertruck* bisa mencapai 400-500 HP untuk *single motor* dan 800 HP untuk konfigurasi *three-motor*, dengan jangkauan jarak tempuh minimal 804 km, akselerasi 0-100 km/s dalam 2.9 detik. Kemampuan ini akan meningkat jika *electric motor* dikombinasikan dengan energi hidrogen, yaitu potensi peningkatan jarak

tempuh di atas 1000 km sekali pengisian atau *refueling*. Hal ini ujungnya menguntungkan untuk daya tahan ranpur, mengingat pengisian BBM untuk ranpur biasanya memakan waktu yang cukup lama sehingga mengurangi efektifitas operasi militer. Hasil pembuangan dari proses *fuel cell* ini hanya air, sehingga aman untuk lingkungan dan tidak meninggalkan jejak karbon yang dapat terdeteksi oleh sensor musuh.



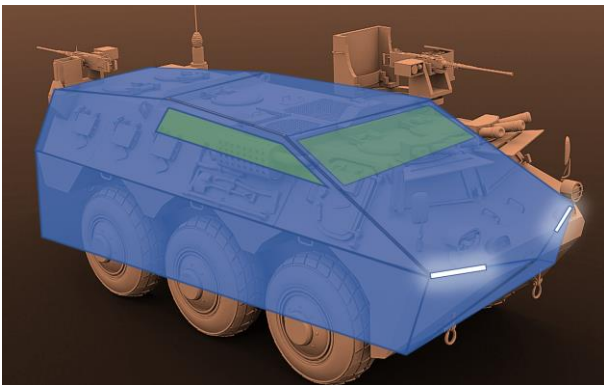
Gambar 3. Ilustrasi bagan pembangkit energi fuel cell hidrogen pada ranpur ANOA 6x6 PINDAD.

2.3 Teknologi *Stealth*

Teknologi siluman (*stealth*) adalah konsep desain pada alutsista dengan kemampuan tidak mudah dideteksi, baik deteksi secara visual, audio, sensor panas maupun radar.

Pada pesawat tempur teknologi ini sudah diterapkan, misal pada pesawat B-2, F-22 dan F-35, tetapi pada ranpur semisal tank, IFV atau APC tidak banyak diterapkan. Tetapi dengan adanya teknologi *fuel cell*, ranpur siluman mendapat potensi diwujudkan. Karakteristik *fuel cell* yang menghasilkan energi listrik secara senyap (*low noise*), bobot yang ringan, tidak panas (*heat*), tanpa bau (*odor*) dan tanpa polusi (*smoke*) membuat lebih sulit terdeteksi oleh sensor *infrared*, vibrasi seismik, dan deteksi kimia. Sedangkan untuk deteksi radar, perlu dibuat desain badan dan material kendaraan khusus untuk mengurangi, membelokkan atau menghamburkan pantulan gelombang

elektromagnetik yang dipancarkan sumber radar. Pada dasarnya, sifat pesawat / kapal / tank / missile siluman tidak 100 % lolos dari deteksi radar, tetapi ada dalam perhitungan level *Radar Cross Section (RCS)* tertentu, semakin kecil nilainya semakin sulit dideteksi radar. Secara material bahan aluminium *metalized plastic* kurang reflektif pada radar, sehingga menjadi pilihan yang baik dibandingkan bahan metal. Kemudian untuk menghamburkan pancaran radar, bentuk *body* harus bersudut, *flat* dan *relief* permukaan halus. Bentuk-bentuk seperti tiang senjata, *intake* mesin sangat mudah dideteksi oleh radar, walaupun digunakan lapisan cat khusus, sehingga keberadaannya harus disembunyikan dari *body* luar. Hal ini menimbulkan konsekuensi pembuatan pintu senjata mekanis-otomatis yang dibuka ketika diperlukan (*weapon bay*).



Gambar 4. Konsep *stealth* pada ranpur ANOA 6x6 PINDAD dengan menerapkan desain *body* berbentuk sudut tajam, *flat* dan *relief* permukaan yang halus.

3. PENUTUP

Karya tulis ini merupakan ide atau inspirasi untuk melakukan pengembangan ranpur nasional, sehingga terus diperbarui mengikuti perkembangan zaman. Poin-poin yang dapat dipetik dari pembahasan sebelumnya adalah sebagai berikut.

- Penggunaan *fuel cell* hidrogen dapat menambah kapasitas bahan bakar

sehingga kendaraan memiliki daya tempuh yang lebih jauh dibandingkan dengan mesin diesel biasa.

- Kombinasi motor elektrik dan *fuel cell* hidrogen dapat menghasilkan ranpur dengan *power* dan torsi mesin yang lebih kuat dalam melewati medan sulit dan curam.
- Teknologi *fuel cell* dapat menghadirkan ranpur yang ramah lingkungan, tidak berisik, bebas bau, bebas asap, sehingga dapat membantu menyempurnakan konsep ranpur siluman.



DAFTAR PUSTAKA

Manoharan, Y. (2019). "Hydrogen Fuel Cell Vehicles; Current Status and Future Prospect", Applied Sciences, Arkansas Tech University

Yumiya, H. (2015). "Toyota Fuel Cell System (TFCS)", Fuel Cell System Engineering Division, Toyota Motor Corporation.

Dalam cangkang.blogspot.com. (2019, 2 Januari). "TEKNOLOGI FUEL CELL : Polymer Electrolyte Membrane (PEMFC)". Diakses pada 27 Februari 2021, dari <https://dalamcangkang.blogspot.com/2019/01/teknologi-fuel-cell-polymer-electrolyte.html>

Armoured Personnel Carrier

[https://en.wikipedia.org/wiki/Anoa_\(armoured_personnel_carrier\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Anoa_(armoured_personnel_carrier))

Radar Cross-Section

https://en.wikipedia.org/wiki/Radar_cross-section

US Army Develops Stealthy Hydrogen Fuel Cell Tanks

<https://defence-blog.com/news/army/u-s-army-develops-stealthy-hydrogen-fuel-cell-tanks.html>

<https://www.artstation.com/artwork/1rvP2>