



# Aluminium Kitar Semula Sumber Tenaga Sekunder

Pada tahun 2014, dalam tempoh satu hari, peningkatan bahan buangan dalam pelbagai kategori oleh rakyat Malaysia dianggarkan mencapai lapan juta kilogram. Kenyataan ini dibuat berdasarkan rekod pembuangan sampah pada tahun 2012, iaitu antara 30 ribu hingga 33 ribu tan sampah dibuang oleh rakyat Malaysia yang hanya berjumlah 28 juta. Peningkatan pembuangan sampah meningkat kepada 15% hingga 20% pada musim perayaan.

Berdasarkan senario ini, pemrosesan bahan buangan yang dapat dikitar semula merupakan inisiatif yang sangat berkesan dalam meningkatkan produktiviti sampingan negara yang berasaskan bahan kitar semula, terutamanya bahan buangan berasaskan logam aluminium.

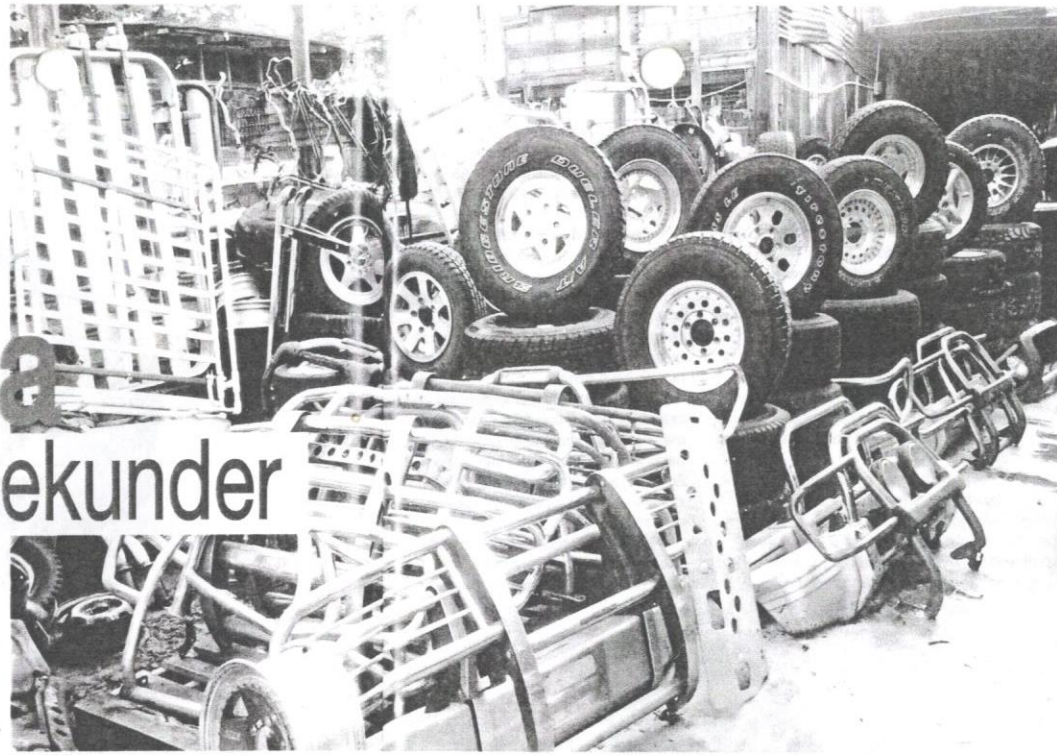
Penggunaan semula bahan buangan berasaskan logam aluminium ialah satu perspektif yang dapat memberikan imoak kepada revolusi teknologi tenaga alternatif di Malaysia. Impak daripada pemrosesan semula logam aluminium terakai berupaya menghasilkan sumber tenaga sekunder untuk mengimbangi keperluan manusia terhadap sumber tenaga.

Definisi tenaga sekunder dalam perspektif ini ialah sumber tenaga yang dihasilkan menerusi proses tertentu

berasaskan sumber tenaga primer. Sumber tenaga primer ialah sumber tenaga asas yang diperoleh daripada sumber alam semula jadi. Antaranya termasuklah arang batu, minyak mentah fosil, gas asli dan logam galian.

Menurut perspektif sains, aluminium ialah logam ketiga terbesar yang dapat diperolehi dari perut bumi, selain perak dan emas. Logam aluminium juga dikategorikan sebagai logam yang mudah diperolehi dalam kuantiti yang sangat banyak dan murah.

Secara saintifiknya, logam aluminium mengandungi kandungan oksigen sebanyak 47.4 g/kg, iaitu 46%, dan silikon 282 g/kg bersamaan dengan 26%. Kadar kandungan oksigen yang tinggi hingga 46% bagi setiap kilogram aluminium. Hal ini menyebabkan logam ini sangat sesuai digunakan untuk



Komponen kenderaan.

menghasilkan hidrogen sebagai tenaga alternatif.

Proses penghasilan hidrogen yang dikategorikan sebagai tenaga sekunder menggunakan aluminium dapat dilakukan menerusi tiga proses kimia. Antara proses ini termasuklah menerusi pemangkin (katalisis), bahan sintesis (sintesis material), dan biologi (biologi kajian).

Berdasarkan pemerhatian dan kajian terdahulu, logam aluminium sering digunakan sebagai bahan asas dalam menghasilkan hidrogen. Antara tahun 2002 hingga tahun 2011, penggunaan aluminium untuk menghasilkan hidrogen digunakan oleh ahli sains untuk mengadaptasi kegunaannya kepada teknologi kenderaan sel bahan api.

Kendaraan kenderaan sel bahan api memerlukan hidrogen sebagai sumber

asas untuk menghasilkan tenaga elektrik. Tenaga elektrik yang dihasilkan disimpan di dalam bateri dan dilepaskan untuk menghasilkan pergerakan menerusi motor elektrik yang bersifat pencemaran sifar.

Banyak ahli sains dan pengusaha perusahaan industri automotif moden menggunakan aluminium sebagai alternatif untuk menghasilkan gas hidrogen tulen dan berkualiti. Ada ahli sains mengesyorkan bahawa penggunaan aluminium dalam bentuk serbuk dapat meningkatkan prestasi janaan hidrogen.

Proses penghasilan hidrogen yang sering menggunakan keaktifan tindak balas kimia. Penghasilan hidrogen menerusi keaktifan kimia yang mengabungkan antara aluminium dengan asid berupaya menghasilkan

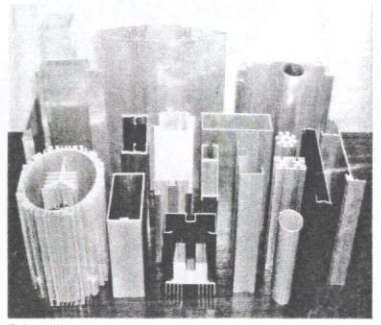
dua hingga empat kilogram hidrogen dengan hanya menggunakan antara 18 kg hingga 40 kg aluminium dalam bentuk serbuk dan padu.

Penggunaan logam aluminium tulen atau yang dikitar semula dapat dijadikan sebagai sumber janaan tenaga alternatif yang sangat berkesan di Malaysia. Kepelembagaan kaedah pemrosesan daripada sumber yang murah berupaya menghasilkan tenaga sekunder yang lebih ekonomi.

Penggunaan aluminium sebagai pemangkin janaan hidrogen menerusi kaedah tindak balas kimia yang dapat dikawal merupakan pilihan yang baik. Hal ini disertai dengan cernya yang memenuhi piawaian rumah hijau, selamat dan dapat beroperasi secara permintaan.



Tin minuman.



Bahan binaan.



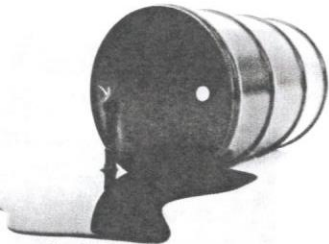
Kepelembagaan peralatan.

Penggunaan aluminium daripada barang kitar semula berupaya menyelesaikan sekurang-kurangnya empat masalah yang sering dihadapi ketika proses janaan hidrogen. Antaranya termasuklah kos permulaan yang minimum atau murah, dan pembukaan ruang untuk berlakunya

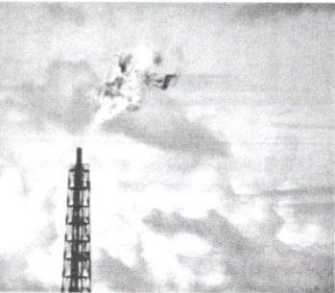
proses tindak balas kimia yang bersifat kurang aktif (pasif) pada bahagian lapisan luar aluminium, iaitu perhubungan antara molekul air dengan permukaan logam.



Arang batu.



Minyak mentah.



Gas asli.

Masalah berikutnya ialah proses penyingkiran lapisan padat yang terhasil daripada proses pengoksidaan aluminium. Keadaan ini menghalang pengaliran air daripada bersentuh dengan permukaan aluminium supaya proses tindak balas kimia berlaku.

Masalah lain pula ialah keupayaan untuk menyediakan keperluan keaktifan logam yang dapat meningkatkan reagen pada permukaan aluminium untuk menghasilkan hidrogen. Menerusi proses pengoksidaan, permukaan aluminium yang bersentuhan dengan air berupaya menyediakan sumber tenaga hidrogen termampat yang berkualiti dan cekap.

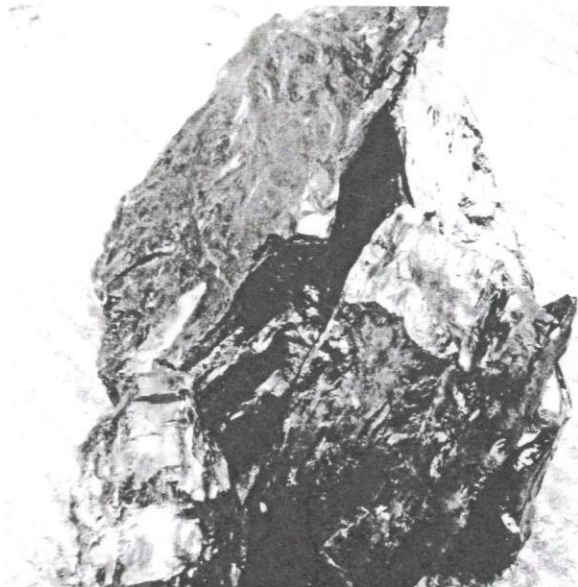
Selain faktor penggunaan aluminium yang bersifat serbuk, kecekapan tindak balas kimia dapat ditingkatkan menerusi penambahan alkali asid yang lebih tinggi. Antara contoh penggunaan asid yang

sering digunakan termasuklah NaCl. Keterlibatan asid NaCl dalam campuran kimia berupaya memberikan kesan positif dalam meningkatkan ciri hidrolisis bagi aluminium aloi.

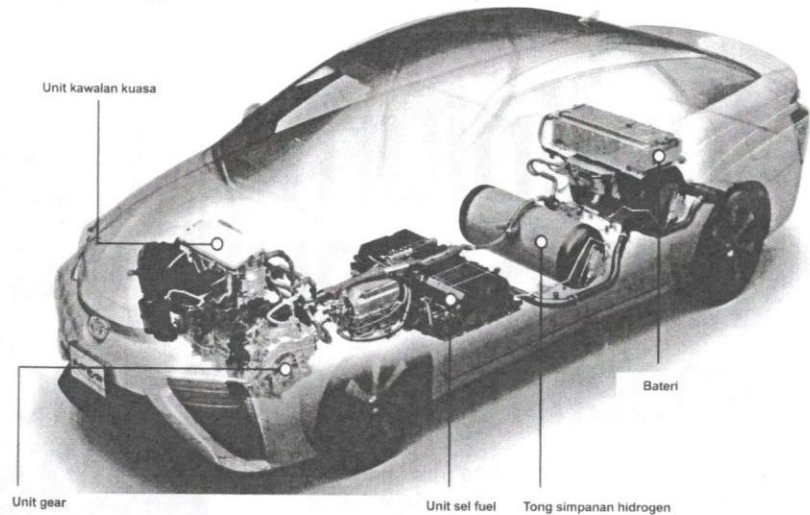
Peningkatan kecekapan tindak balas juga berubah dari aspek suhu tindak balas. Dalam hal ini, suhu menjadi lebih rendah berbanding dengan proses biasa, iaitu antara 200 °C hingga 300 °C. Secara puratanya, jumlah masa tindak balas hidrolisis hanya antara enam minit hingga tujuh minit.

Penambahan unsur logam lain yang lebih aktif juga antara faktor yang dapat meningkatkan kecekapan proses tindak balas kimia. Unsur logam lain, seperti Zn dan Ga yang dicampurkan dengan aloi al-in-NaCl berupaya mempercepat kerelatifan aloi.

Hasil tindak balas pada suhu bilik dapat menghasilkan nilai hidrogen yang lebih tinggi berbanding dengan



Bijih timah.



Komponen penting kenderaan sel bahan api yang mengaplikasikan hidrogen sebagai asas janaan tenaga elektrik.

kadar nilai andaian secara teori. Kesempurnaan proses kimia yang bertukar melibatkan logam aluminium, menjadi pilihan bagi pengusaha kenderaan jenis sel bahan api untuk menghasilkan hidrogen tulen daripada proses hidrolisis.

Dari aspek ekonomi, perbandingan nilai kos bagi serbuk aluminium adalah antara 10 hingga 20 kali lebih murah berbanding dengan harga asid natrium borohidrid. Oleh sebab itu, kos sebahagian proses dapat dikurangkan. Kebaikan proses ini juga membuktikan bahawa tahap keaktifan aluminium aloi dalam hidrogen lebih tinggi dan dapat bertahan lebih lama dalam penyimpanan hidrogen secara tiub bertekanan.

Selain itu, jangka hayat penyimpanan gas hidrogen di dalam tabung tekanan kedap udara juga lebih lama. Simpanan hidrogen mampu bertahan dalam tempoh tiga bulan, walaupun tabung simpanan hidrogen berada di dalam but kereta yang mengalami keadaan cuaca yang pelbagai.

**Teknologi penggunaan aluminium dalam revolusi kenderaan moden mampu memberikan impak terhadap penerokaan teknologi terkini. Aplikasi ini sangat bermanfaat kepada industri automotif negara, iaitu penerokaan teknologi baharu berasaskan bahan buangan logam aluminium dan hidrogen bagi menghasilkan kenderaan berteknologi hijau menjelang tahun 2030.**

Revolusi teknologi ini sangat berpotensi untuk memacu kejayaan kenderaan moden yang menggunakan hidrogen sebagai sumber tenaga. Oleh hal yang demikian, pengusaha industri ini lebih memberikan tumpuan terhadap kaedah janaan hidrogen dan kesannya terhadap jarak perbatuan kenderaan sel bahan api yang dapat dicapai.

Pemerhatian juga diberikan terhadap kebolehpupayaan kenderaan sel bahan api untuk bergerak dengan kelajuan tertentu dalam km/j dan jarak yang dapat dicapai dalam jumlah mol hidrogen yang dihasilkan.

Secara praktikalnya, teknologi penggunaan aluminium dalam revolusi kenderaan moden mampu memberikan impak terhadap penerokaan teknologi terkini. Aplikasi ini sangat bermanfaat kepada industri automotif negara, iaitu penerokaan teknologi baharu berasaskan bahan buangan logam aluminium dan hidrogen bagi menghasilkan kenderaan berteknologi hijau menjelang tahun 2030. ■

Penulis Penyarah Institut Penyelidikan Tenaga Suria, Universiti Kebangsaan Malaysia