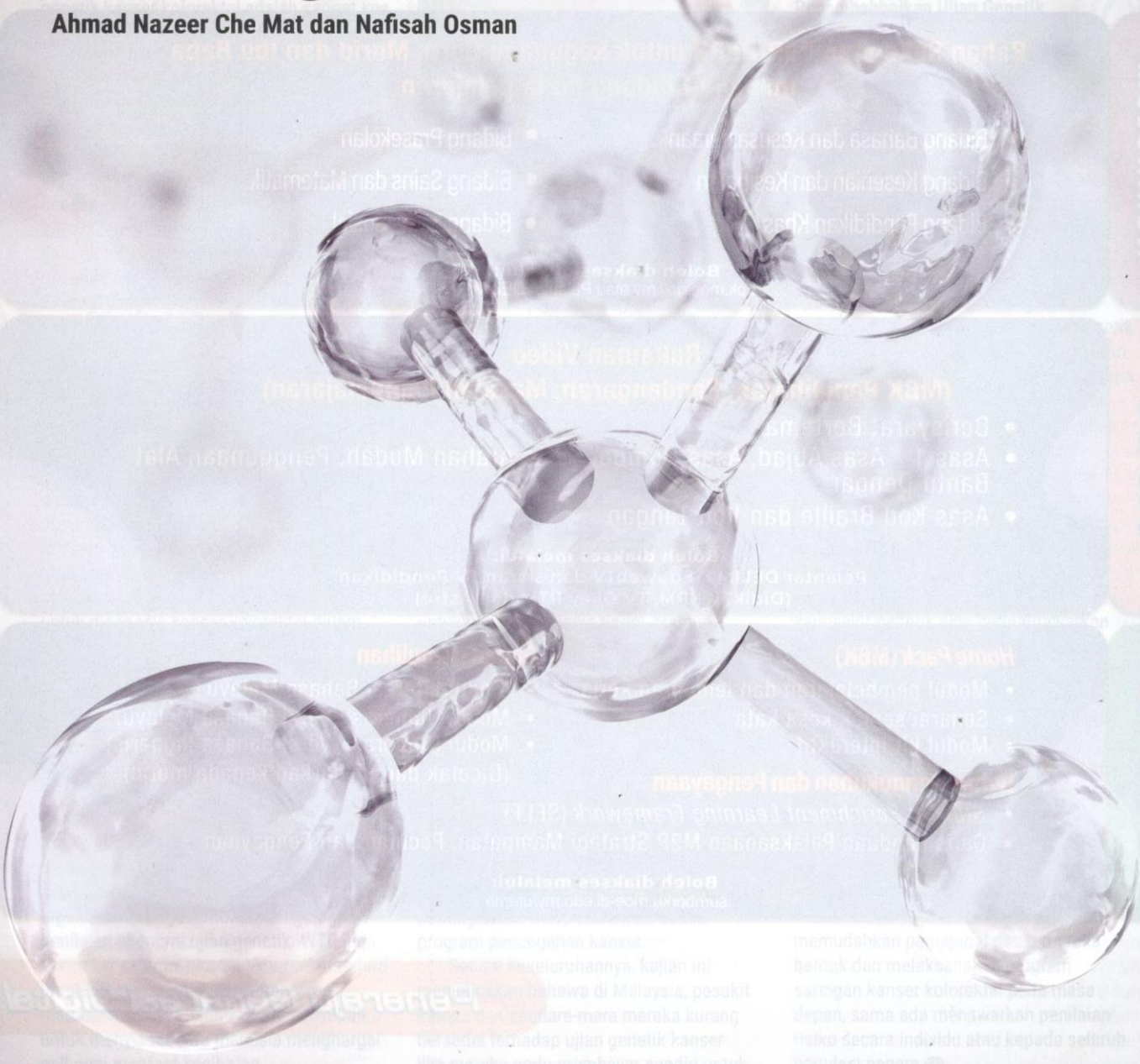


Hidrogen Sebagai Tenaga Mesra Alam

Ahmad Nazeer Che Mat dan Nafisah Osman



BAHAYU KUBIKUNAW

VIDEO

WODUT

Selari dengan pertumbuhan penduduk dunia setiap tahun, peningkatan permintaan terhadap keperluan asas seperti pekerjaan, makanan, tenaga, dan tempat tinggal tidak dapat dielakkan. Akibat berlakunya permintaan yang tinggi berbanding dengan penawaran yang rendah terhadap keperluan asas tersebut, keadaan ini menyebabkan keseimbangan antara keperluan semasa dan alam sekitar terganggu.

Keadaan ini diburukkan lagi dengan proses urbanisasi yang tidak terancang sehingga mendatangkan impak negatif, terutamanya kepada alam sekitar. Isu yang melibatkan alam sekitar dan tenaga sangat berkait rapat antara satu sama lain. Hal ini memerlukan penyelesaian yang efektif demi kelestarian penduduk dunia pada masa depan.

Hingga kini, dunia masih lagi bergantung pada bahan api fosil seperti petroleum, gas asli dan arang batu berbanding dengan sumber tenaga hijau dan boleh diperbaharui seperti cahaya matahari, air, angin, dan biojisim.

Pembakaran bahan api fosil membebaskan gas karbon dioksida (CO_2) yang tinggi yang mencemarkan alam sekitar dan menyebabkan fenomena pemanasan global. Oleh itu, keseimbangan kemajuan teknologi dengan alam sekitar menjadi sangat penting supaya kualiti hidup lebih terjamin dan mampan. Jika satu daripadanya pincang atau tidak terkawal, maka dunia akan berhadapan dengan kesan buruk di luar jangkaan pemikiran manusia seperti pandemik COVID-19 yang melanda dunia pada masa ini.

Pada era pandemik COVID-19 ini, peralihan kepada penggunaan tenaga dan persekitaran yang bersih amat diperlukan. Pada tahun 2019, Pertubuhan Meteorologi Sedunia mencatatkan bahawa fasa antara tahun 2015 hingga tahun 2018 merupakan tahun yang paling panas dialami oleh bumi berdasarkan kedudukan paras air

laut yang berada pada tahap tertinggi akibat pencairan bongkah ais di Artik dan Antartika.

Sehubungan dengan itu, Persidangan ke-25 Konvensyen Rangka Kerja Perubahan Iklim Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu yang berlangsung di Madrid pada tahun 2019 telah menggariskan beberapa resolusi dalam mendepani krisis alam sekitar dan tenaga, antaranya menstabilkan kenaikan suhu bumi daripada melebihi 1.5°C pada akhir abad ke-21. Oleh itu, sasaran pengurangan sebanyak 45% pelepasan gas rumah hijau seperti CO_2 ke udara oleh negara-negara membangun dan maju pada tahun 2030 dan mencapai iklim neutral pada tahun 2050 amat bertepatan dalam usaha pemulihan alam sekitar.

Agensi Tenaga Antarabangsa (IEA) melaporkan bahawa kesedaran terhadap penggunaan tenaga yang boleh diperbaharui seperti tenaga solar menunjukkan pola peningkatan yang amat baik. Perkara ini

Sumber bahan api fosil semula jadi, elektrik dan biojisim masing-masing menyumbang sebanyak 95%, 4% dan 1% kepada pengeluaran hidrogen.



dapat dilihat daripada unjuran penggunaan tenaga boleh diperbaharui pada suku pertama tahun 2020 yang menunjukkan peningkatan sebanyak 1.5% berbanding dengan tahun sebelumnya.

Peningkatan ini hasil daripada beberapa buah projek tenaga solar dan angin yang telah siap bagi tujuan pembekalan tenaga elektrik kepada pengguna, terutamanya di negara-negara Eropah dan Amerika Syarikat. Di samping itu, penghasilan tenaga elektrik daripada tenaga yang boleh diperbaharui meningkat kepada 28% pada suku pertama tahun 2020 berbanding dengan 26% pada suku pertama tahun 2019. Walau bagaimanapun, tenaga yang tidak boleh diperbaharui seperti arang batu dan gas asli masih menyumbang kepada 60% daripada bekalan elektrik dunia.

Antara tenaga mesra alam lain yang dilihat boleh berkembang pada masa depan ialah tenaga yang dijana daripada hidrogen. Pembakaran yang melibatkan hidrogen hanya menghasilkan air sebagai hasil sampingan tanpa membebaskan gas rumah hijau ke udara. Hidrogen adalah satu daripada elemen yang paling banyak dan mudah didapati di bumi. Hidrogen terkandung dalam air, biojisim, petroleum, gas asli, dan sebagainya. Tenaga spesifik yang terkandung dalam hidrogen adalah lebih tinggi berbanding dengan gasolin. Hal ini menjadikan hidrogen juga sesuai digunakan sebagai bahan bakar.

Sumber bahan api fosil semula jadi, elektrik dan biojisim masing-masing menyumbang sebanyak 95%, 4% dan 1% kepada pengeluaran hidrogen. Pada kebiasaannya, hidrogen digunakan oleh industri kimia dan petroleum. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa perkara yang perlu diambil kira sebelum hidrogen dihasilkan secara besar-besaran oleh industri bahan api. Antaranya termasuklah kaedah pengeluaran, pemisahan, penyimpanan, dan pemindahan hidrogen yang melibatkan kos, kecekapan, sumber pengeluaran hidrogen, dan kesan terhadap alam sekitar.

Terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan untuk menghasilkan gas hidrogen seperti kaedah elektrolisis, pembentukan semula stim (*steam reforming*), pembersihan sisa gas industri (*off-gas clean up*), fotolisis, dan daripada

biojisim. Kaedah pembentukan semula stim melibatkan penukaran gas asli seperti metana kepada gas sintetik, iaitu campuran hidrogen dan karbon monoksida (CO). Menurut Jabatan Tenaga Amerika Syarikat, pada tahun 2010, kecekapan proses ini dalam penghasilan hidrogen adalah sebanyak 72% dan menyumbang separuh daripada industri pengeluaran hidrogen dunia. Oleh itu, kaedah ini kekal sebagai pilihan utama dalam menghasilkan hidrogen daripada gas asli.



Kebanyakan kilang penulenan petroleum dan kimia mengeluarkan asap melalui cerobong yang mengandungi hidrogen. Oleh itu, pengumpulan dan pembersihan asap yang dibebaskan sangat penting bagi membekalkan semula hidrogen yang terhasil untuk kegunaan kilang tersebut. Walau bagaimanapun, kaedah ini tidak mampu membekalkan hidrogen yang secukupnya bagi menampung permintaan yang tinggi sebagai bahan bakar kenderaan.

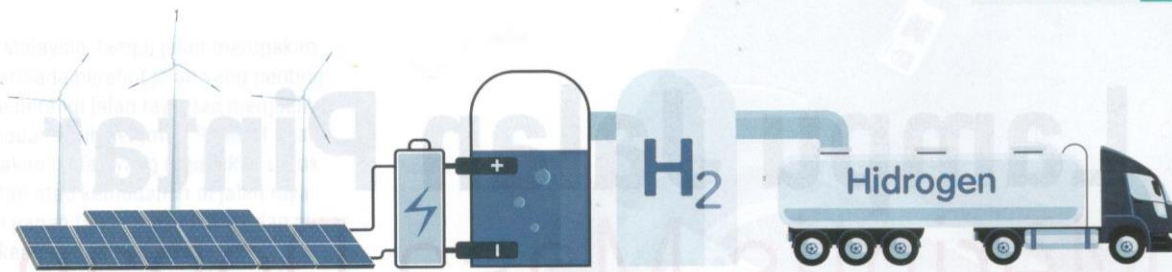
Seterusnya, kaedah elektrolisis pula memerlukan tenaga elektrik untuk memisahkan molekul air kepada oksigen dan hidrogen. Pada kebiasaannya, kaedah ini menggunakan elektrolit beralkali seperti kalium hidroksida (KOH) dan membran pemindahan proton (PEM) yang boleh beroperasi dalam julat beberapa kilowatt (kW) kepada 2000 kW. Namun begitu, aplikasinya masih lagi terhad dan hanya

menyumbang sebanyak 4% sahaja daripada penghasilan hidrogen dunia.

Seterusnya, hidrogen juga boleh dihasilkan daripada kaedah fotolisis, iaitu dengan menggunakan tenaga daripada cahaya matahari untuk memisahkan molekul air kepada oksigen dan hidrogen. Yang menariknya, kaedah fotolisis dan elektrolisis juga boleh digabungkan bagi membentuk satu kaedah yang dipanggil sebagai fotoelektrokimia untuk menghasilkan hidrogen dan oksigen

daripada air. Namun begitu, kecekapan kaedah ini masih lagi rendah dan memerlukan lebih banyak penyelidikan dilakukan sebelum sesuai digunakan secara praktikal.

Selain penghasilan hidrogen, teknologi yang bersesuaian juga amat diperlukan untuk proses penyimpanan gas hidrogen. Terdapat beberapa kaedah untuk menyimpan hidrogen seperti kaedah pemampatan, pencairan dan pemejalatan. Pada kebiasaannya, kaedah pemampatan memerlukan tekanan sebanyak 20 MPa hingga 25 MPa untuk menyimpan hidrogen. Walau bagaimanapun, penyimpanan hidrogen menggunakan tangki yang boleh menampung tekanan 70 MPa amat diperlukan untuk kegunaan dalam kenderaan pada masa depan. Buktinya dapat dilihat apabila kenderaan Hyundai Tucson dan Toyota Mirai yang mempunyai



isi padu tangki yang boleh menampung hidrogen pada tekanan 70 MPa serta masing-masing mampu bergerak sejauh 426 kilometer (km) dan 500 km.

Penyimpanan hidrogen dalam bentuk cecair juga boleh dilakukan, yakni tangki simpanannya mempunyai keupayaan menyimpan sebanyak 0.070 kg/L hidrogen berbanding dengan 0.030 kg/L hidrogen melalui kaedah pemampatan. Namun begitu, penyimpanan hidrogen cecair ini perlu dipastikan tangki tersebut terasing, diletakkan pada suhu -253°C dan dalam keadaan kedap udara.

Tambahan pula, hampir 30% tenaga akan digunakan untuk mengubah hidrogen kepada keadaan cecair di samping beberapa faktor lain seperti kos yang tinggi, keselamatan dan pengewapan hidrogen ke persekitaran. Selain keadaan gas dan cecair, hidrogen juga dapat disimpan dengan menggunakan beberapa jenis logam dan aloi yang mampu menyerap hidrogen serta membebaskannya apabila dipanaskan.

Logam dan aloi tersebut bertindak balas dengan hidrogen dan menghasilkan logam hidrida. Selain logam hidrida, beberapa jenis bahan kimia juga boleh digunakan untuk menyimpan hidrogen seperti ammonia, karbohidrat dan asid formik. Bagi memantapkan kaedah yang optimum yang boleh diguna pakai untuk menyimpan hidrogen, maka penyelidikan yang berterusan sangat diperlukan agar bersifat lebih mesra alam dan menjimatkan.

Hidrogen yang disimpan dalam beberapa bentuk yang dinyatakan perlu melalui proses pemindahan dari suatu destinasi ke suatu destinasi sebelum dapat digunakan. Pelbagai cara hidrogen dapat dipindahkan, antaranya dengan menggunakan saluran paip, lori dan kapal. Penghantaran hidrogen menggunakan

saluran paip biasanya digunakan untuk memindahkan hidrogen dalam keadaan gas. Saluran paip yang digunakan mestilah tidak bertindak balas dengan hidrogen, mereput atau mengarat hingga gas hidrogen tersebut boleh bebas ke udara.

Pemindahan hidrogen dengan menggunakan lori atau kapal boleh digunakan untuk mengangkut hidrogen sama ada dalam keadaan cecair atau gas. Sebagai contohnya, treler tiub atau kontena mempunyai keupayaan mengangkut gas hidrogen dan digunakan oleh pengguna yang berada berhampiran atau terpencil dengan pusat pengeluaran hidrogen. Walaupun setiap kaedah pengangkutan mempunyai kelebihan dan kelemahan, pengangkutan yang menggunakan saluran paip adalah sesuai untuk skala yang lebih besar berbanding dengan lori atau kapal.

Pembangunan teknologi hijau yang berasaskan hidrogen sudah mula mendapat tempat dalam kalangan ahli akademik dan industri. Sebagai contohnya, Institut Sel Fuel, Universiti Kebangsaan Malaysia sangat aktif dalam penyelidikan berasaskan teknologi hidrogen seperti penghasilan hidrogen daripada air dengan menggunakan kaedah fotoelektrokimia dan menghasilkan tenaga elektrik daripada hidrogen dengan menggunakan teknologi sel bahan bakar oksida pepejal.

Di samping itu, penghasilan "Gajet Jimat Minyak Berasaskan Air" yang dihasilkan oleh penyelidik dari Universiti Sains Malaysia terbukti berkesan hingga mampu memberikan penjimatan terhadap penggunaan petrol sebanyak 50%. Universiti Teknologi MARA juga telah mula mengorak langkah ke hadapan dengan tertubuhnya kumpulan penyelidikan Kekondusian Proton Sel Bahan Bakar (*Proton Conducting Fuel Cell Research Group*) yang memfokuskan penghasilan tenaga elektrik

daripada hidrogen dengan menggunakan teknologi sel bahan bakar oksida pepejal.

Pada peringkat industri pula, pemeteraian Memorandum Persefahaman antara PETRONAS dengan JERA Co., Inc dari Jepun memperlihatkan betapa seriusnya Malaysia dalam mengetengahkan penggunaan hidrogen sebagai bahan api yang berpotensi pada masa depan. Sarawak Energy Berhad (SEB) juga telah turut sama menjalin hubungan dengan PETRONAS untuk memajukan lagi teknologi hidrogen di Malaysia.

Kepentingan hidrogen juga boleh dilihat penggunaannya di beberapa sektor lain. Sebagai contohnya, hidrogen yang terhasil daripada penukaran gas metana boleh digunakan dalam penghasilan ammonia, iaitu baja. Selain itu, hidrogen diperlukan dalam pembuatan metanol. Bagi industri pembuatan kertas, tekstil dan pulpa pula, kebiasaannya hidrogen sangat diperlukan sebagai agen peluntur. Seterusnya, penggunaan hidrogen di sektor perubatan adalah penting, terutamanya dalam penghasilan vitamin. Begitu juga dalam bidang pemakanan, hidrogen telah diadaptasikan dalam pembuatan marjerin.

Memang tidak dapat dinafikan bahawa penggunaan teknologi berasaskan hidrogen atau penukaran karbon dioksida kepada bahan bakar kenderaan dianggap agak sukar untuk dipraktikkan kerana pelbagai faktor, terutamanya kos. Akan tetapi, dengan adanya usaha gigih daripada pihak kerajaan, ahli akademik dan pemain industri, teknologi ini mampu membawa negara ke arah negara yang maju pada suatu hari nanti. Di samping pelbagai inisiatif diperuntukkan oleh kerajaan, masyarakat juga perlu sedar dan celik teknologi supaya dapat bersama-sama mengecapi kehidupan yang lebih baik pada masa akan datang.⁽⁴⁾