

Pemanfaatan Hidrogen untuk Bahan Bakar Kendaraan Bermotor

Serial
ITB untuk Bangsa

25 Mei 2022
13:00 - 15:30
(Waktu Indonesia Barat, UTC +7)

Air sebagai Bahan Bakar, Mungkin?

FORUM GURU BESAR
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Prof. Robert Manurung
Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB
Memanen Energi Surya sebagai Sumber Energi Berkelanjutan: Peran Air dalam Konversi Bio-kimia dan Termokimia

Prof. Yogi Wibisono Budhi
Fakultas Teknologi Industri ITB
Intensifikasi Proses Produksi H₂ sebagai Energi Bersih Masa Depan

Dr. Tri Yuswidjajanto
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB
Pemanfaatan Hidrogen untuk Bahan Bakar Kendaraan Bermotor

Moderator
Prof. Benyamin Sapiie
Ketua Komisi III FGB ITB

Host
Prof. Mindriany Syafila
Sekretaris FGB ITB

More Info: <https://fgeb.itb.ac.id>

fbg-itb.ac.id fgb-itb fgb-itb fgb-itb fgb-itb fgb-itb fgb-itb fgb-itb fgb-itb fgb-itb

Tri Yuswidjajanto Zaenuri
Laboratorium Motor Bakar dan Sistem Propulsi
Kelompok Keahlian Konversi Energi
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung

Latar Belakang



Polusi Udara



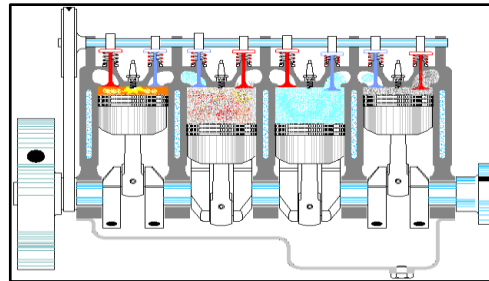
Pemanasan global



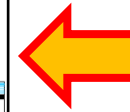
Perubahan iklim



Emisi gas buang



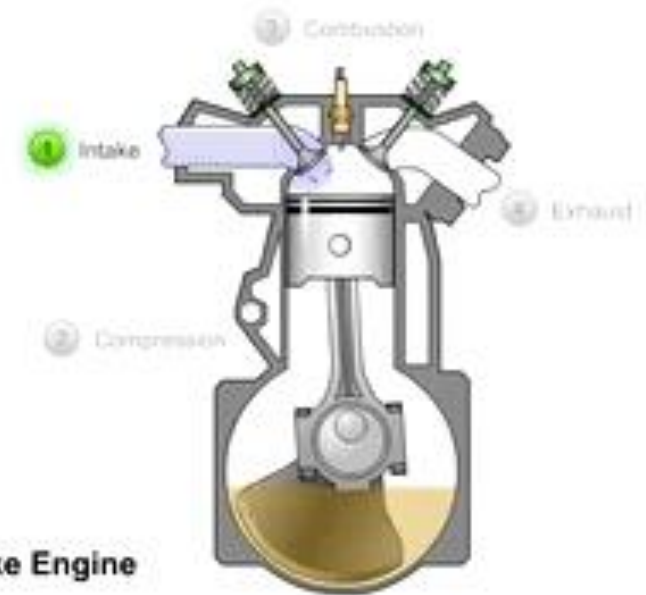
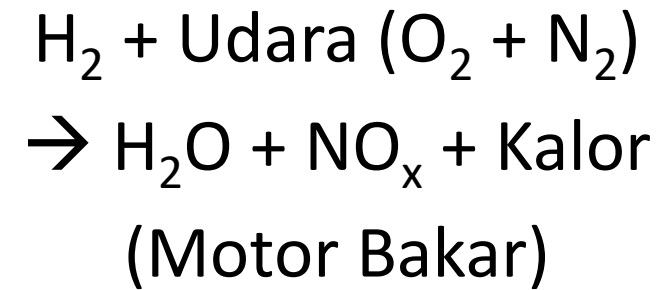
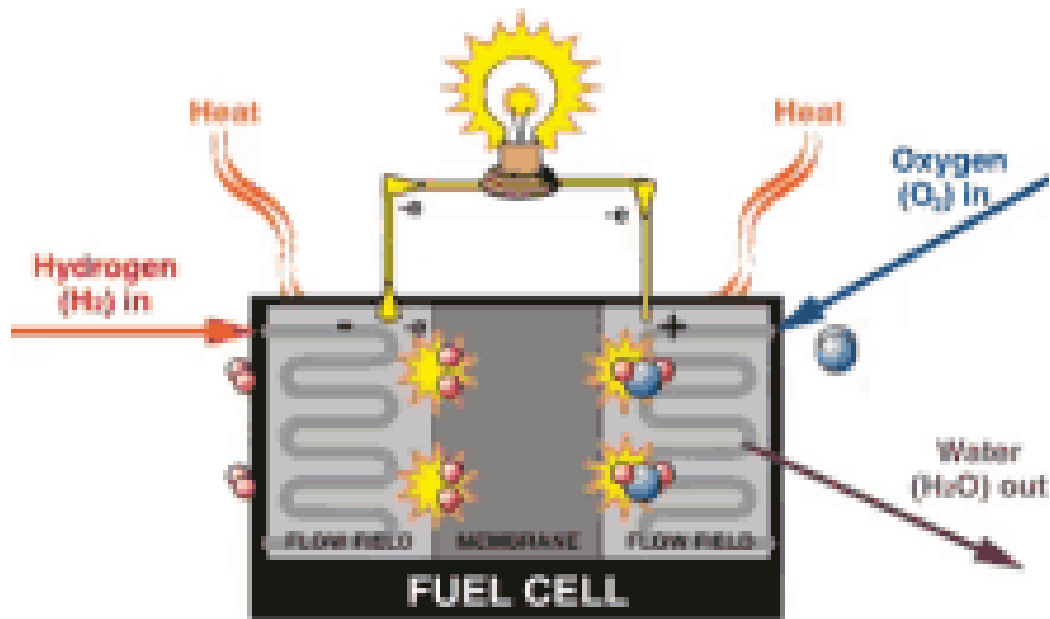
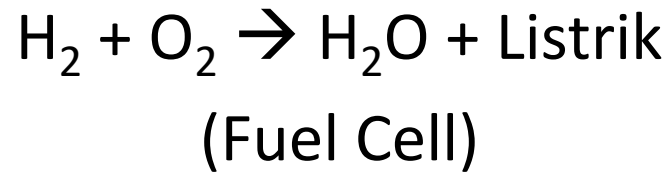
Motor Bakar Torak



Bahan bakar

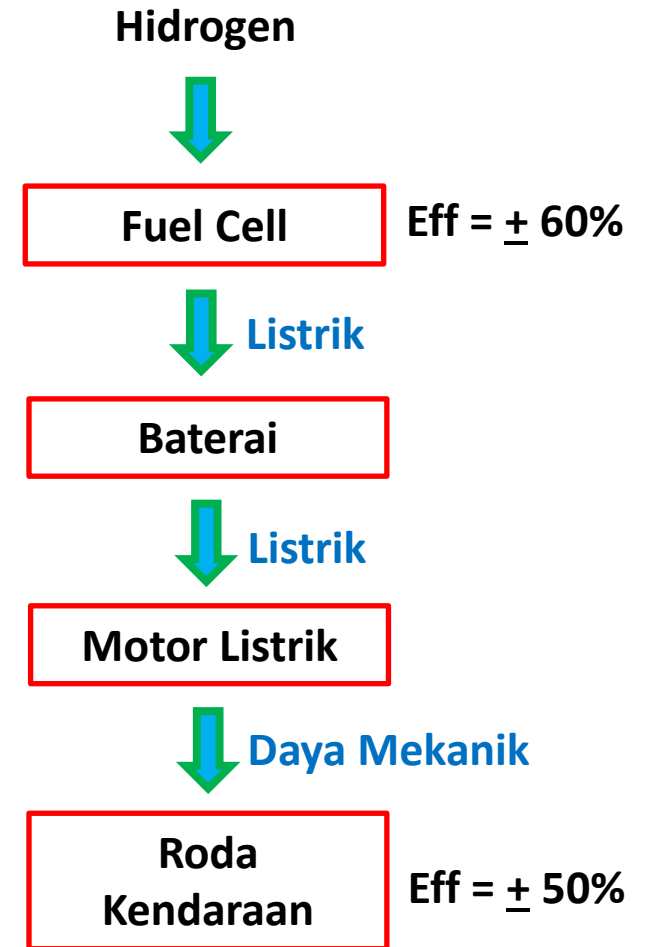
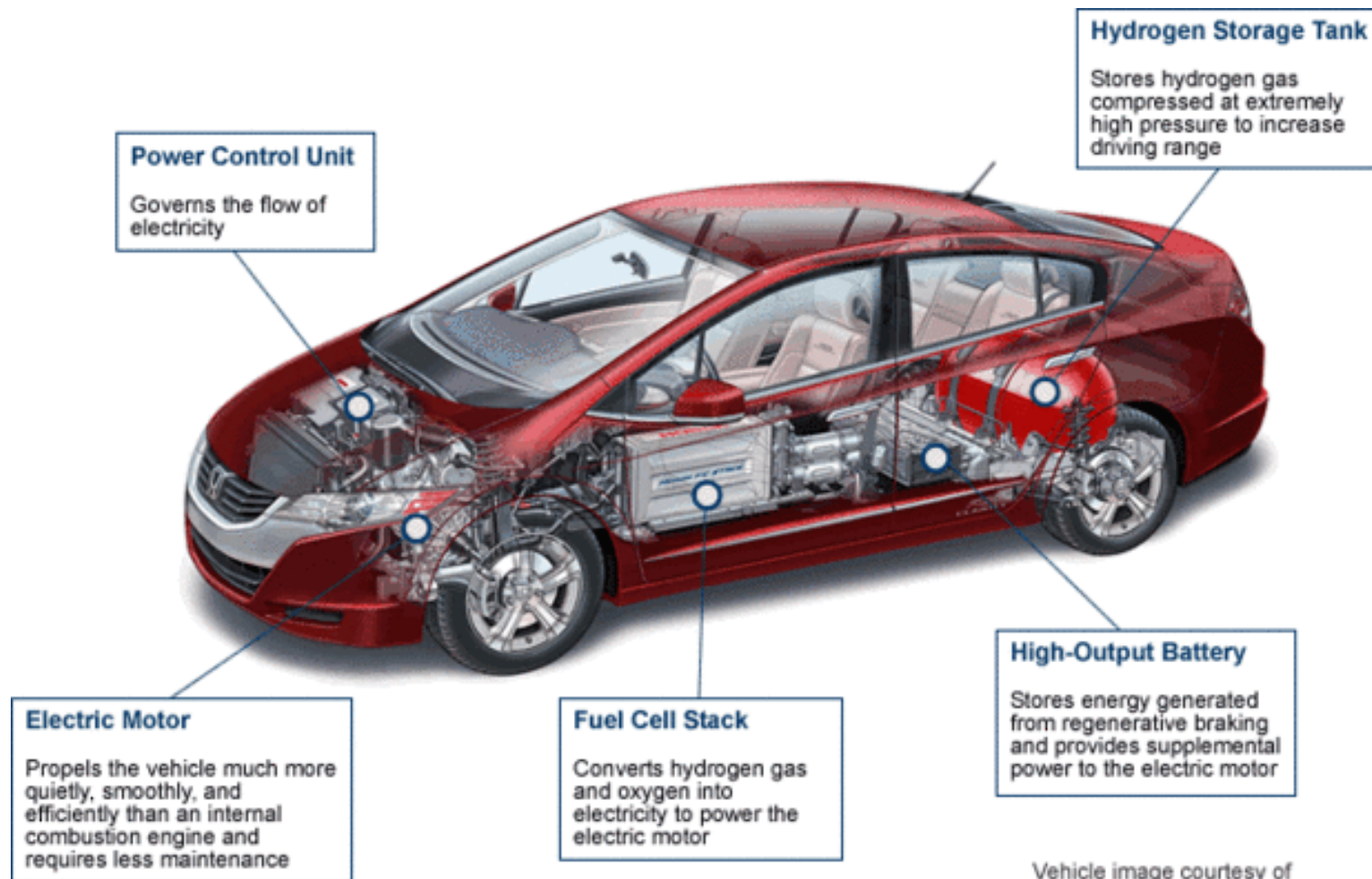
- Bahan Bakar:
C, H, S, O
- Udara:
O₂, N₂
- Gas Buang:
CO₂, H₂O, CO,
HC, NO_x, SO_x,
O₂, PM
- H₂O dan O₂
emitan yang
tidak
membahayakan
kesehatan
manusia dan
alam

Pemanfaatan Hidrogen (H₂)



The 4 Stroke Engine

Fuel Cell electric Vehicle (FCEV)



Internal Combustion Engine Vehicle (ICEV) H₂



Perlu sistem kontrol khusus, karena karakter H₂ berbeda dengan Bensin/Diesel

Hidrogen



ICE

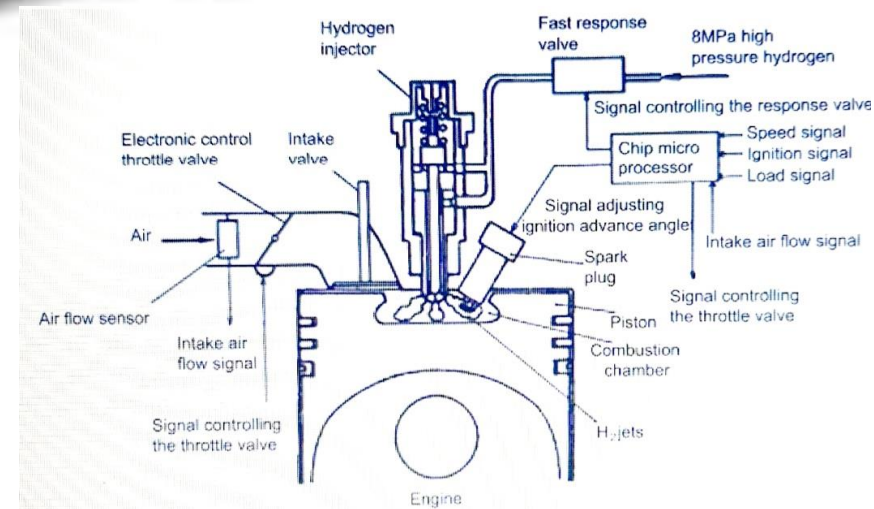
Eff = 25–35%



Daya Mekanik

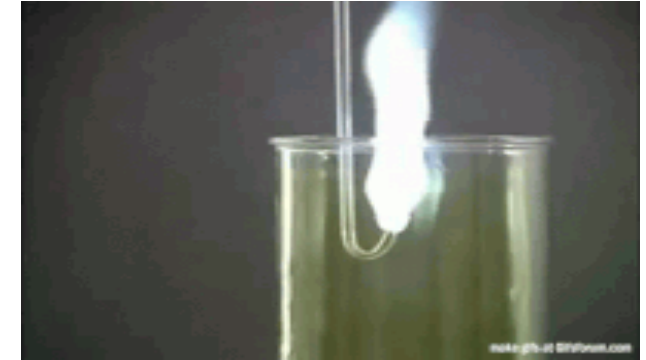
Roda
Kendaraan

Eff = $\pm$ 25%

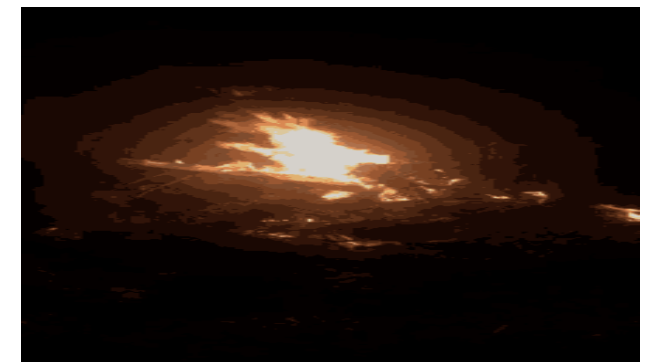


Perbandingan ICE Berbahan Bakar Bensin vs H₂

NO.	PARAMETER	ICE (C _x H _y , S)	ICE (H ₂)
1	Reaksi Kimia / Pembakaran	Menghasilkan emisi CO ₂ , CO, HC, SO _x , NO _x + Panas	Menghasilkan H ₂ O dan NO _x + Panas
2	Air - Fuel Ratio	14,7:1 - 37:1 (Bensin)	34:1 - 180:1, sehingga mudah distart, hemat bahan bakar, jika lean NO _x akan rendah
3	Ignition Energy	± 0,24 mJ	± 0,02 mJ, mudah menyala meski lean, mudah misfire, bisa menggunakan penyalat lain (hot wire/glow plug)
4	Flame Velocity	Perambatan nyala lambat	Perambatan nyala cepat (± 2 kali Bensin)
5	Auto Ignition Temperature	± 230 - 280 °C	± 500 °C
6	Kesetaraan RON	± 91 - 99	minimum ± 120, sehingga bisa digunakan pada perbandingan kompresi tinggi (daya tinggi), advanced timing ignition (potensi daya tinggi), sulit berdetonasi
7	Difusivity	Lambat menyebar	Cepat menyebar memenuhi ruang bakar, sehingga potensi pembakaran sempurna lebih tinggi, putaran mesin tinggi
8	Quenching Distance	± 2 mm dari dinding	± 0,6 mm dari dinding ² , bahaya backfire
9	Energy Density	Kabut Bensin hanya menempati + 1-2% volume ruang bakar, dan MJ/kg rendah tetapi MJ/L tinggi	H ₂ menempati ± 30% volume ruang bakar, sehingga volume udara berkurang, dan H ₂ secara MJ/kg tinggi tetapi secara MJ/L sangat rendah, sehingga butuh penyimpanan bervolume besar atau bertekanan tinggi

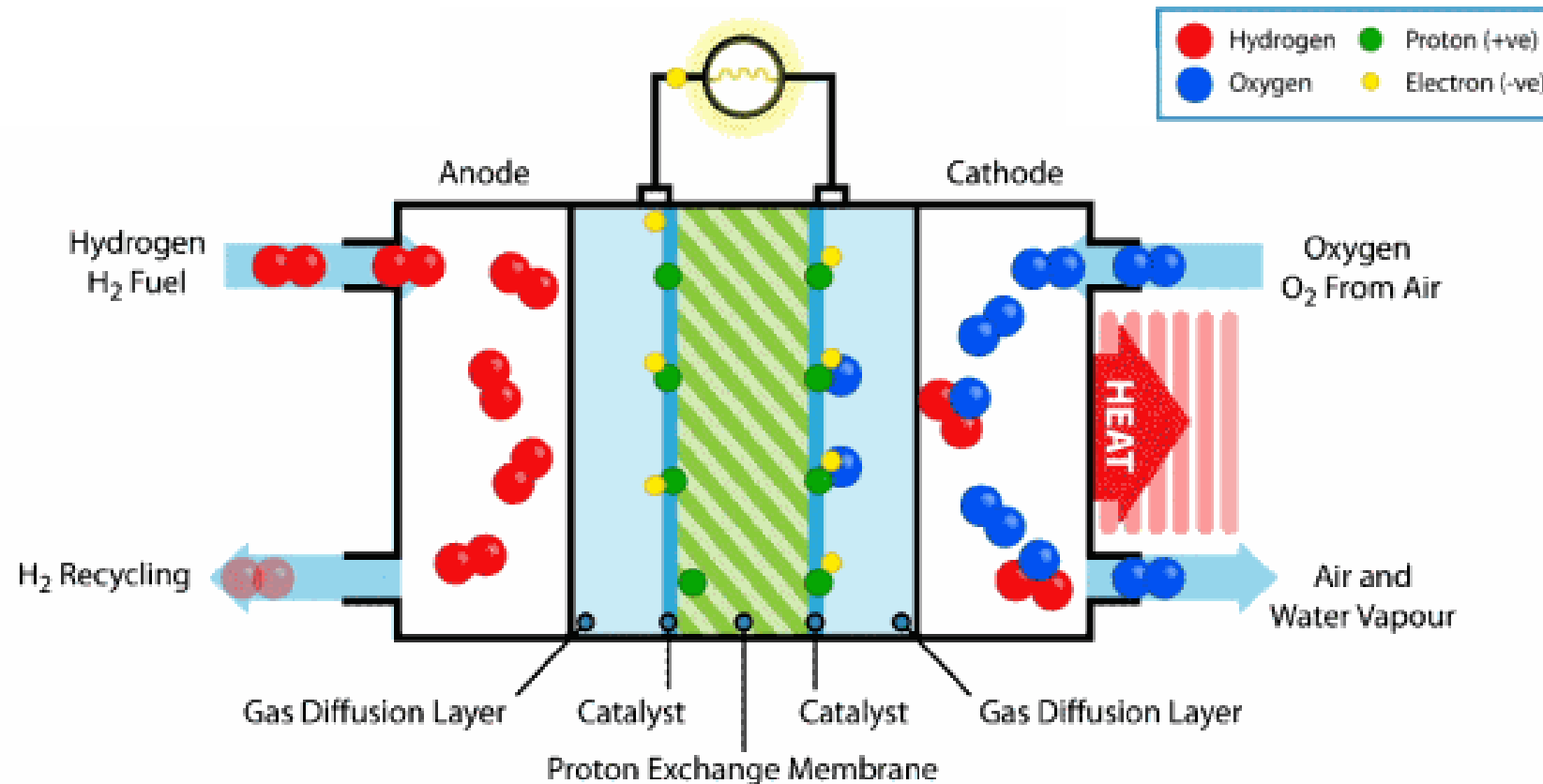


Hydrogen



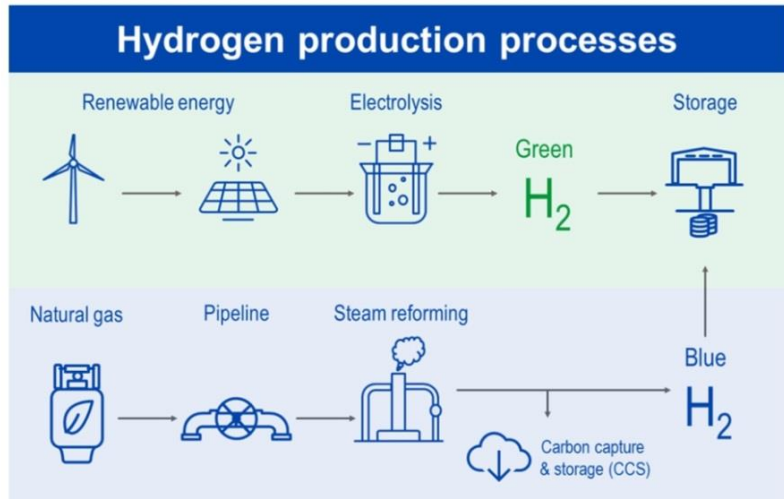
Bensin

Fuel Cell H₂



- Tidak ada pembakaran
- H₂(+) bereaksi dengan O₂ (-) membentuk H₂O dan aliran listrik
- Dirangkai seri (V) dan parallel (I) sesuai kebutuhan

Dari mana H₂ bisa didapat?



Grey
H₂

Same production process as blue hydrogen but without CCS.

Turquoise
H₂

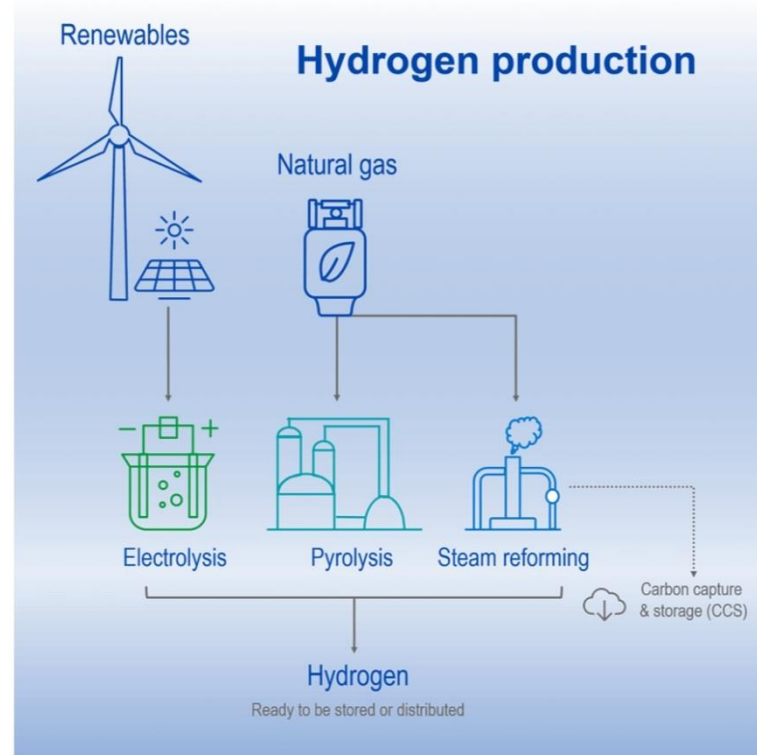
Pyrolysis of methane which is split into solid carbon and hydrogen in a reactor.

Yellow
H₂

Same production process as green hydrogen, with energy obtained solely through solar power.

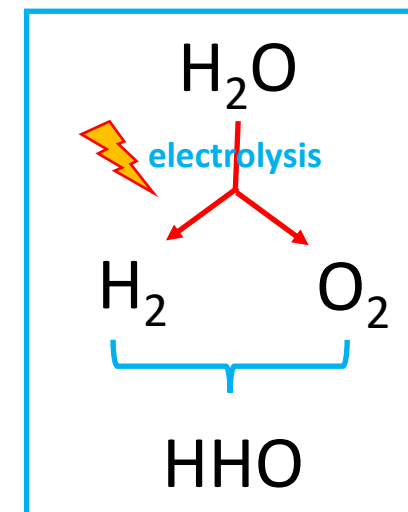
Pink
H₂

Also made through electrolysis, with power coming from nuclear energy.

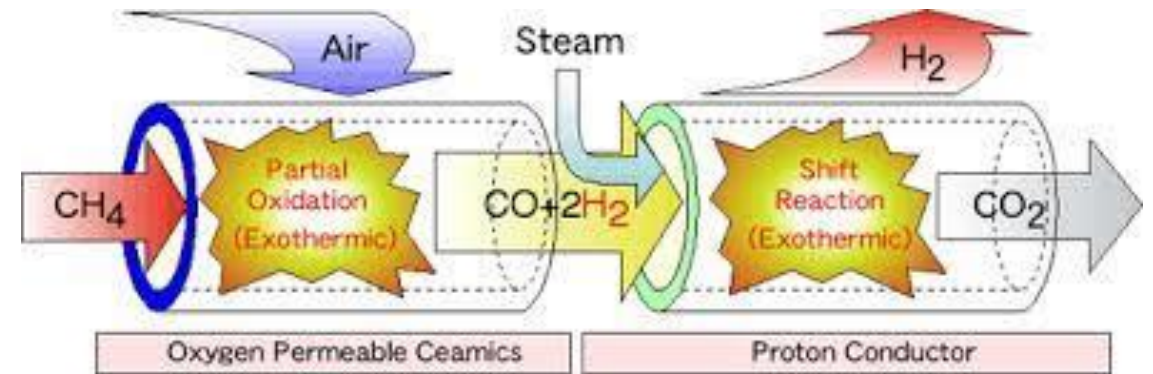
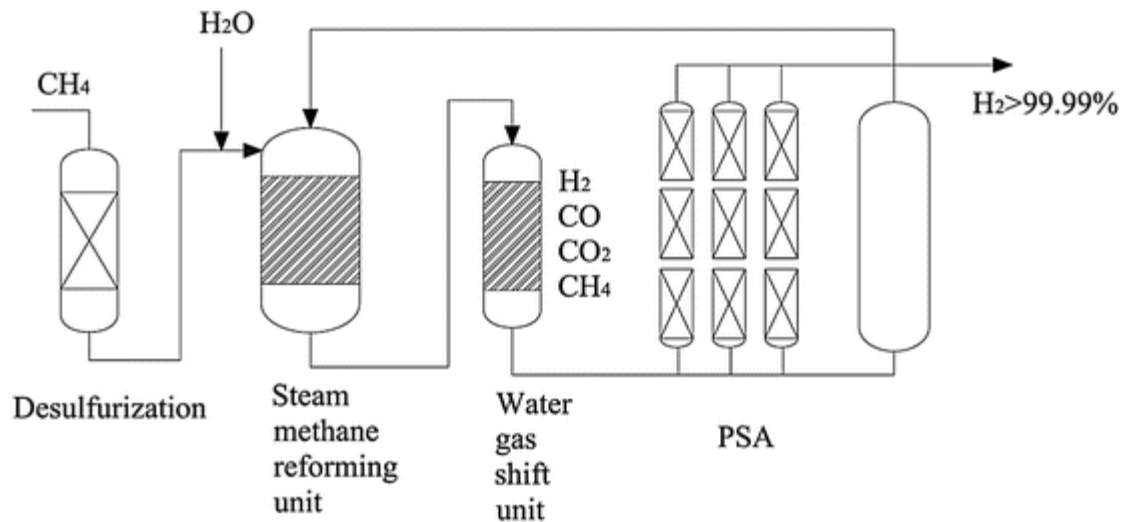


- Thermochemical:
 - Steam Reforming
 - Partial Oxidation / Pyrolysis
- Electrolytic
- Photolytic
- Biological

Air menjadi Bahan Bakar



Produksi H₂ secara Thermochemical



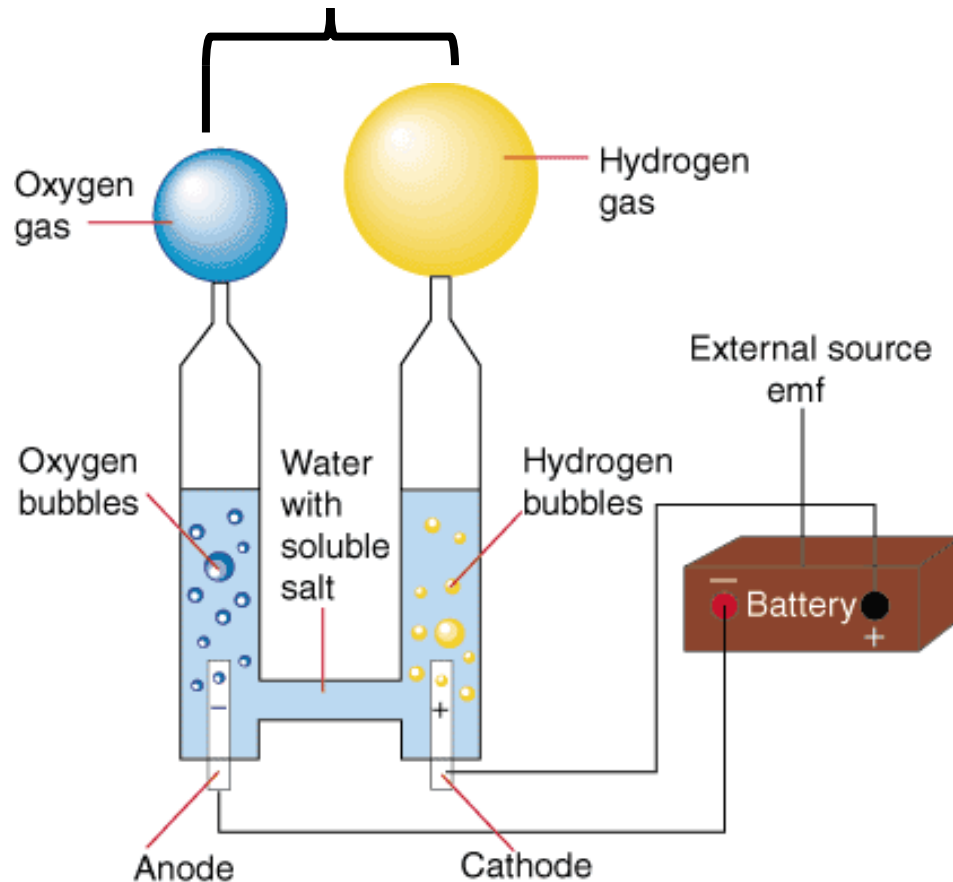
Steam reforming: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2 + \text{CO}$

Partial oxidation: $2\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{H}_2 + 2\text{CO}$

Bahan baku: Gas Alam, Biomasa, Batubara, dll (C_xH_y)

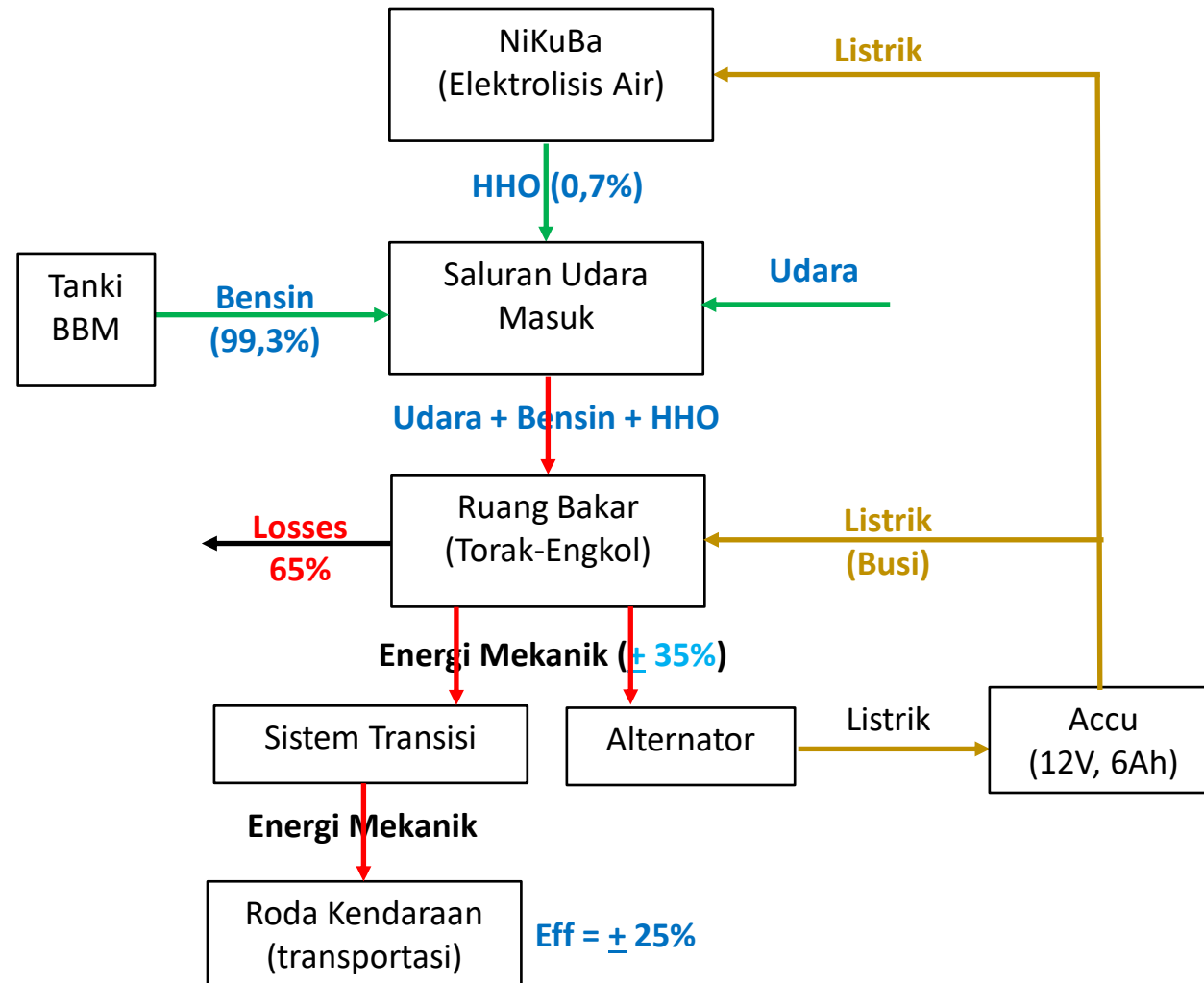
Produksi H₂ secara Electrolytic

HHO (Yull Brown, 1974)



- Energi Elektrolisis H₂ → 180 MJ/kg
- H₂: Nilai Kalor = 130 MJ/kg, Massa Jenis = 0,05 kg/m³ = 0,00005 kg/L
- Bensin: Nilai Kalor = 40 MJ/kg, Massa Jenis = 0,8 kg/L
- **Case Study "Nikuba":**
 - Sepeda motor Kawasaki KLX 150 = 120 kg, Pengendara = 80 kg
 - Cirebon – Semarang pp = 460 km, Rolling resistance = 0,45
 - Kebutuhan energi = (120 kg + 80 kg) x 9,8 m/s² x 0,45 x 460 km = 406 MJ
 - Konsumsi Bensin = 406 MJ / 40 MJ/kg = 10,15 kg = 12,7 L → **36 km/L**
 - Kebutuhan H₂ = 406 MJ / 130 MJ/kg = 3,12 kg = **62.500 L**
 - Kecepatan rata2 = 30 km/h → t = 460 km / 30 km/h = **15,3 h**
 - Produksi H₂ = 62.500 L / 15,3 h = **68 L/min**
 - Listrik utk elektrolisis = 68 L/min x 0,05 kg/m³ x 180 MJ/kg = 10,2 kW
 - Accu = 12 V, 6Ah = 72 Wh
 - Produksi H₂ maksimum = (72 W / 10,2 kW) x 68 L/min = 0,48 L/min
 - H₂ hanya bisa sebagai "**suplemen**" bahan bakar = (0,48 L/min / 68 L/min) x 100% = **0,7%**.
 - **Butuh sumber energi lain = 100% - 0,7% = 99,3% (Bensin)**

NiKuBa



- HHO tidak dapat menggantikan Bensin karena produksi HHO terbatas oleh pasokan listrik dari accu,
- Kemampuan maksimal dari accu hanya bisa memproduksi 0,7% energi yang diperlukan sepeda motor,
- Jika produksi HHO ditingkatkan, maka accu akan “tekor” sehingga sepeda motor akan “mogok” karena tidak ada pasokan listrik ke busi,
- HHO hanya dapat berfungsi sebagai “suplemen” tetapi andil terhadap efisiensi kemungkinan akan rendah saja,
- Adanya produk reaksi berupa H₂O dan adanya uap air yang terikut dalam HHO dapat memunculkan bahaya korosi pada komponen ruang bakar dan terbentuknya emulsi minyak/lumas yang akan meningkatkan laju keausan komponen transmisi daya,
- Perlu dilakukan penelitian lengkap jangka panjang (minimal 3x periode ganti minyak/lumas), sebelum menggunakan NiKuBa

Penelitian HHO di LMBSP ITB

The 5th AUN/SEED-Net Regional Conference on New/Renewable
STE, HUST, September 26-27, 2012

The Performances, Exhaust Gas Emissions of Gasoline – Ethanol Blended with HHO Additive on a Spark Ignition Engine Controlled by Engine Control Unit without Lambda Sensor

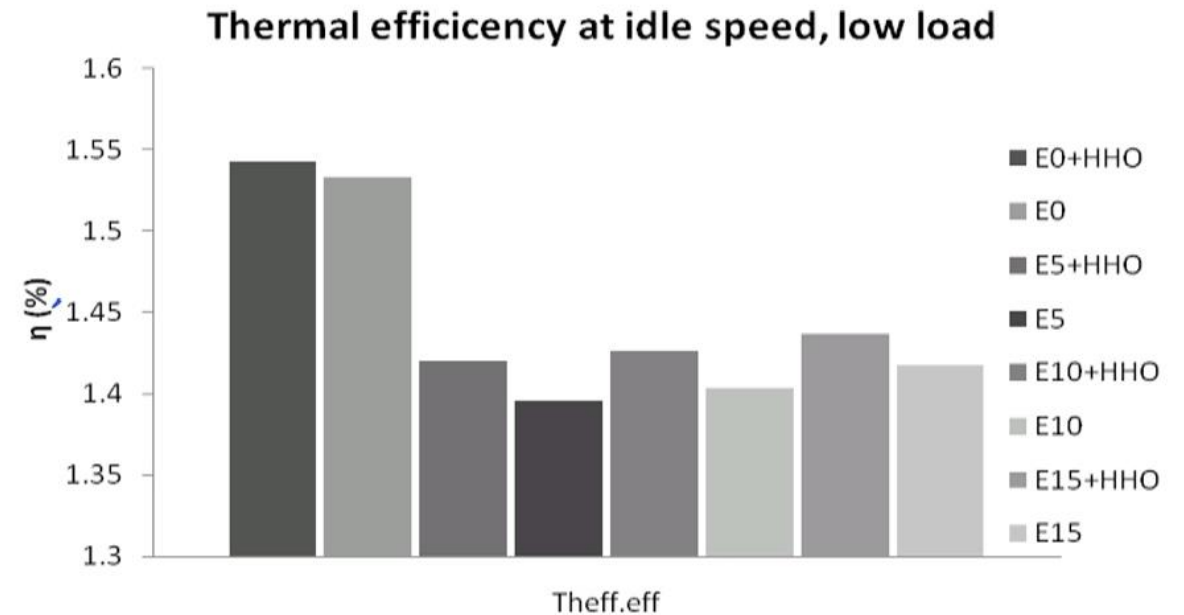
Iman K. Reksowardojo, Tran Thanh Binh, Athol J. Kilgour, Wiranto Arismunandar

Combustion Engines and Propulsion System Laboratory
Institut Teknologi Bandung, Indonesia

E-mail: iman@lmbps.ms.itb.ac.id

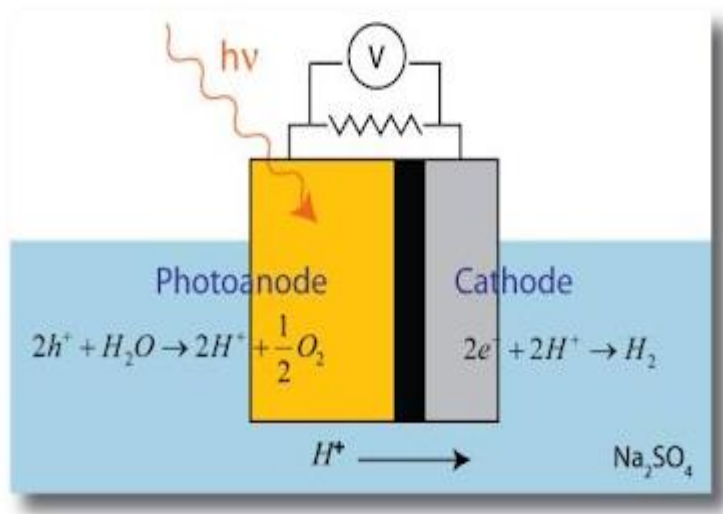
Abstract

The purpose of this research is to investigate the effect of using gasoline and ethanol blended fuels with different blends E0, E5, E10, and E15 on the performance, and the exhaust emissions of a commercial Spark Ignition (SI) engine without feedback systems, which is still exist in many developing countries. In addition Brown's gas (HHO) as additive fuelled was used to find the effect on the performance and emission at idle speed and low load. The results indicated that the performances and emissions depend both on the engine operating parameters and fuel. However, air-fuel ratios are important factors on CO, NO_x and HC emissions. The effect of HHO as the additive for gasoline and ethanol blended fuel in SI engines was slightly reduced fuel consumption all of gasoline - ethanol blends and increased thermal efficiency, reduced emissions.



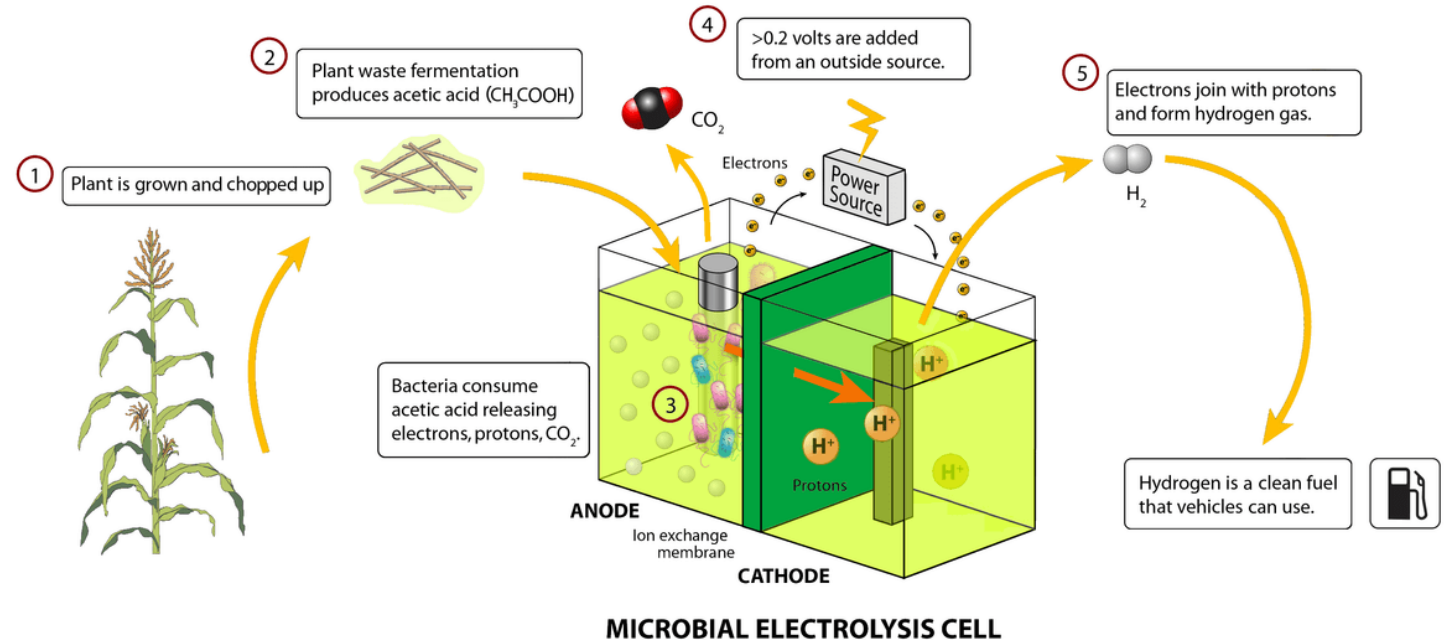
- Peningkatan efisiensi termal dengan penambahan HHO hanya sebesar 0,01% - 0,025% saja,
- Dengan adanya kesalahan pengukuran torsi, putaran dan konsumsi bahan bakar, bisa jadi sebenarnya tidak terjadi perbaikan efisiensi termal.

Produksi H₂ melalui Photolytic & Biological



PHOTOELECTROCHEMICAL CELL

- Memanfaatkan energi sinar matahari
- Produksi hidrogen lambat
- Ramah lingkungan



MICROBIAL ELECTROLYSIS CELL

- Memanfaatkan bakteri
- Produksi hidrogen lambat
- Ramah lingkungan

Resume

- Oksihidrogen (HHO) atau Brown Gas ditemukan Yull Brown tahun 1974, sudah $\pm$ 46 tahun tetapi tidak dimanfaatkan secara efektif → **pasti ada sebab yang melatarbelakanginya** (efisiensi, efektifitas pembakaran, efek kepada material & pelumas, dll),
- Produksi hidrogen paling efektif adalah dari Gas Alam melalui proses Steam Reforming (tetapi harus ada mekanisme carbon capture),
- Hidrogen (H_2) dapat dipergunakan pada kendaraan bermotor:
 - Pada ICEV akan tetap menghasilkan emisi NO_x (dapat menyebabkan kerusakan sistem saraf dan gangguan pernafasan, smog, serta memerlukan sistem kontrol pengendali pembakaran),
 - Pada **FCeV** hanya menghasilkan H_2O sehingga ramah lingkungan (asalkan ketika diproduksi juga menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan) → **penggerak mula masa depan,**

TERIMA KASIH

Tri Yuswidjajanto Zaenuri

Email: yus@lmbasp.ms.itb.ac.id

HP: +628122040704



- Nama: Tri Yuswidjajanto Zaenuri
- Lahir: Pekalongan, 6 November 1961
- Pendidikan:
 - Dasar & Menengah: Semarang, lulus 1980
 - S1: ITB Indonesia, lulus 1987
 - S2: TU Clausthal Jerman, lulus 1994
 - S3: TU Clausthal Jerman, lulus 2000
- Pekerjaan: Dosen Teknik Mesin ITB, sejak 1988
- Konsultan:
 - Bahan bakar, sejak 1989
 - Perawatan mesin, sejak 1990
 - Pelumas, sejak 2000
- Organisasi Profesi:
 - IATO, sejak 1989
 - MASPI, sejak 2003