

**FUEL CELL : INOVASI TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN UNTUK
MENGOPTIMALKAN ENERGI LOKAL SEBAGAI UPAYA PREVENTIF
KRISIS ENERGI**

Icha Ramanda Putri, Cahya Alifina, Fatimatuz Zahrah
Izzatul Laila, M.Pd.I
SMA Negeri 2 Jombang

irawidyawatijmb01@gmail.com

Abstrak

Pada tataran realita (*Das Sein*), dunia tengah dihadapkan pada ancaman krisis energi. Bahkan naiknya harga minyak di dunia mencatat rekor tertinggi dalam tujuh tahun terakhir. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) cadangan minyak RI terus menurun sejak 1991. Selain itu, Indonesia juga mengalami perubahan iklim ekstrim berdasarkan data anomali suhu udara pada bulan Januari 2022 yang merupakan nilai anomali tertinggi ke-7 sepanjang periode data pengamatan sejak 1981 (BMKG, 2022). Padahal idealitanya (*Das Sollen*), Negara Indonesia yang terkenal akan kekayaan alamnya seharusnya mampu mengelola alamnya dengan baik melalui pemanfaatan energi alternatif. Dengan demikian, keterbatasan cadangan minyak bumi tersebut menjadi pertimbangan untuk mencari teknologi yang dapat mengurangi dampak perubahan iklim. Salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu teknologi *fuel cell*. Penelitian yang sangat penting ini bertujuan untuk mendeskripsikan: 1) Pengoptimalan energi lokal melalui teknologi *fuel cell*; 2) Peran *fuel cell* dalam mengurangi dampak perubahan iklim; 3) Upaya preventif *world energy crisis*. Pisau analisis yang digunakan yaitu konsep *hydrogen fuel cell*, teori energi lokal, teori preventif. Metode penelitian ini yakni *library research* dengan teknik *content analysis* dan menggunakan dua sumber data yaitu primer dan sekunder. Hasil dari penelitian ini yaitu: 1) Teknologi *fuel cell* sangat diperlukan untuk mengoptimalkan energi lokal kepada pengembangan sumber daya energi di bidang industri dan penggerak kendaraan; 2) *Fuel cell* berperan dalam mengurangi emisi gas karbon sehingga dapat mencegah perubahan iklim yang ekstrim; 3) Tawaran solusi preventif *world energy crisis* dengan penerapan teknologi ramah lingkungan.

Kata Kunci: Energi terbarukan, Fuel Cell, Krisis Energi Dunia

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi merupakan fenomena kekurangan (atau peningkatan harga) dalam persediaan sumber daya energi ke ekonomi. Krisis ini biasanya menunjuk ke kekurangan minyak bumi, listrik, atau sumber daya alam lainnya.¹ Pada tataran realita (*Das Sein*), dunia tengah dihadapkan pada ancaman krisis energi. Bahkan naiknya harga minyak di dunia mencatat rekor tertinggi dalam tujuh tahun terakhir. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) cadangan minyak RI terus menurun sejak 1991. Selain itu, Indonesia juga mengalami perubahan iklim ekstrim berdasarkan data anomali suhu udara pada bulan Januari 2022 yang merupakan nilai anomali tertinggi ke-7 sepanjang periode data pengamatan sejak 1981 (BMKG, 2022). Efek fenomena krisis energi ini dapat menyebabkan kemiskinan pada manusia karena kenaikan harga BBM yang tinggi sehingga berdampak pada ketidakseimbangan ekonomi negara.

Padahal idealitanya (*Das Sollen*), Negara Indonesia yang terkenal akan kekayaan alamnya seharusnya mampu mengelola alamnya dengan baik melalui pemanfaatan energi alternatif. Oleh karena itu, masyarakat Indonesia seharusnya dapat menghemat penggunaan bahan bakar energi dengan memulai langkah kecil dalam kehidupan sehari-hari seperti berjalan kaki atau bersepeda ketika bepergian ke tempat-tempat yang berjarak dekat. Sehingga ketika fenomena krisis energi tersebut tidak terjadi, maka akan tercipta keseimbangan lingkungan maupun ekonomi dengan masyarakatnya yang makmur.

Dari adanya kesenjangan antara *das sein* dan *das sollen* menunjukkan urgensi upaya pencegahan dalam mengatasi keterbatasan cadangan minyak bumi melalui teknologi yang dapat mengurangi dampak perubahan iklim. Salah satu alternatif yang

¹ Wikipedia contributors. https://id.wikipedia.org/wiki/Krisis_energi; diakses tanggal 26 Maret 2022

dapat digunakan yaitu teknologi *fuel cell*. Dalam hal ini, teknologi ramah lingkungan sangat berperan penting pada rekonstruksi lingkungan. Dari paparan tersebut peneliti memberikan solusi pengoptimalan energi lokal melalui teknologi ramah lingkungan berbasis *fuel cell* sebagai upaya preventif krisis energi

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengoptimalan energi lokal melalui teknologi *fuel cell*?
- 2) Apa peran *fuel cell* dalam mengurangi dampak perubahan iklim?
- 3) Bagaimana upaya preventif dalam menghadapi *world energy crisis*?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1) Mendeskripsikan pengoptimalan energi lokal melalui teknologi *fuel cell*
- 2) Mengetahui peran *fuel cell* dalam mengurangi dampak perubahan iklim
- 3) Mengetahui upaya *preventif* dalam menghadapi *world energy crisis*

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1 Manfaat teoritis

- a. Menambah pengetahuan tentang upaya mengoptimalkan energi lokal melalui teknologi ramah lingkungan,
- b. Sumber referensi atas penelitian yang sama untuk lebih dikembangkan lagi secara luas dan mendalam

1.4.2 Manfaat praktis

a. Bagi peneliti

Sebagai sumber informasi dan menjadi bahan acuan bagi penelitian selanjutnya mengenai hal-hal yang berkaitan dengan inovasi teknologi ramah lingkungan

b. Bagi penulis

Sebagai tambahan pengetahuan dan informasi tentang kemajuan penerapan teknologi *fuel cell*, serta dapat mengetahui serta pengaruhnya bagi dunia

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Undang Undang Negara Republik Indonesia

Sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan pada Pasal 5 UU Pengelolaan Hidup No.23 Th.1997, bahwa: (1) Setiap orang mempunyai hak yang sama atas lingkungan hidup yang baik dan sehat. (2) Setiap orang mempunyai hak atas informasi lingkungan hidup yang berkaitan dengan peran dalam pengelolaan lingkungan hidup. (3) Setiap orang mempunyai hak untuk berperan dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan peraturan perundang undangan yang berlaku. Untuk mendapatkan hak tersebut, pada pasal 6 dinyatakan bahwa masyarakat dan pengusaha berkewajiban untuk berpartisipasi dalam memelihara kelestarian fungsi lingkungan, mencegah dan menanggulangi pencemaran dan kerusakan lingkungan.

2.2 Fuel Cell

Fuel cell adalah perangkat yang merubah energi kimia secara langsung menjadi energi listrik.² *Fuel cell* bisa dikatakan juga sebagai perangkat yang menghasilkan daya dengan kombinasi bahan bakar dan oksigen

2.3 Energi Lokal

Sumber energi yang berasal dari dalam negeri dan diolah di negara Indonesia

² Damisih. "Teknologi Fuel Cell Yang Ramah Lingkungan dan Aplikasinya", <https://ptm.bppt.go.id/kegiatan-dan-kerja-sama/berita/341-teknologi-fuel-cell-yang-ramah-lingkungan-dan-aplikasinya>; diakses tanggal 25 Maret 2022

2.4 Preventif

Menurut KBBI, Preventif /prévénitif/ a bersifat mencegah (supaya jangan terjadi apa-apa).³ Preventif merupakan usaha pencegahan terhadap timbulnya masalah. Dalam pengertian yang luas, preventif diartikan sebagai upaya yang secara sengaja dilakukan untuk mencegah terjadinya gangguan, kerusakan, atau kerugian bagi seseorang atau masyarakat⁴

2.5 Krisis Energi

Krisis (dari bahasa Yunani κρίσις - krisis;] bentuk kata sifat: "kritis") adalah setiap peristiwa yang sedang terjadi (atau diperkirakan) mengarah pada situasi tidak stabil dan berbahaya yang mempengaruhi individu, kelompok, komunitas, atau seluruh masyarakat. Krisis dianggap membawa perubahan negatif dalam urusan keamanan, sosial, atau lingkungan, ketika krisis terjadi tiba-tiba, dengan sedikit atau tanpa peringatan⁵ Krisis energi adalah kekurangan (atau peningkatan harga) dalam persediaan sumber daya energi ke ekonomi. Krisis ini biasanya menunjuk ke kekurangan minyak bumi, listrik, atau sumber daya alam lainnya.⁶

³ Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa, Kamus Besar Bahasa Indonesia, (Jakarta: Balai Pustaka, 2001), hlm. 436

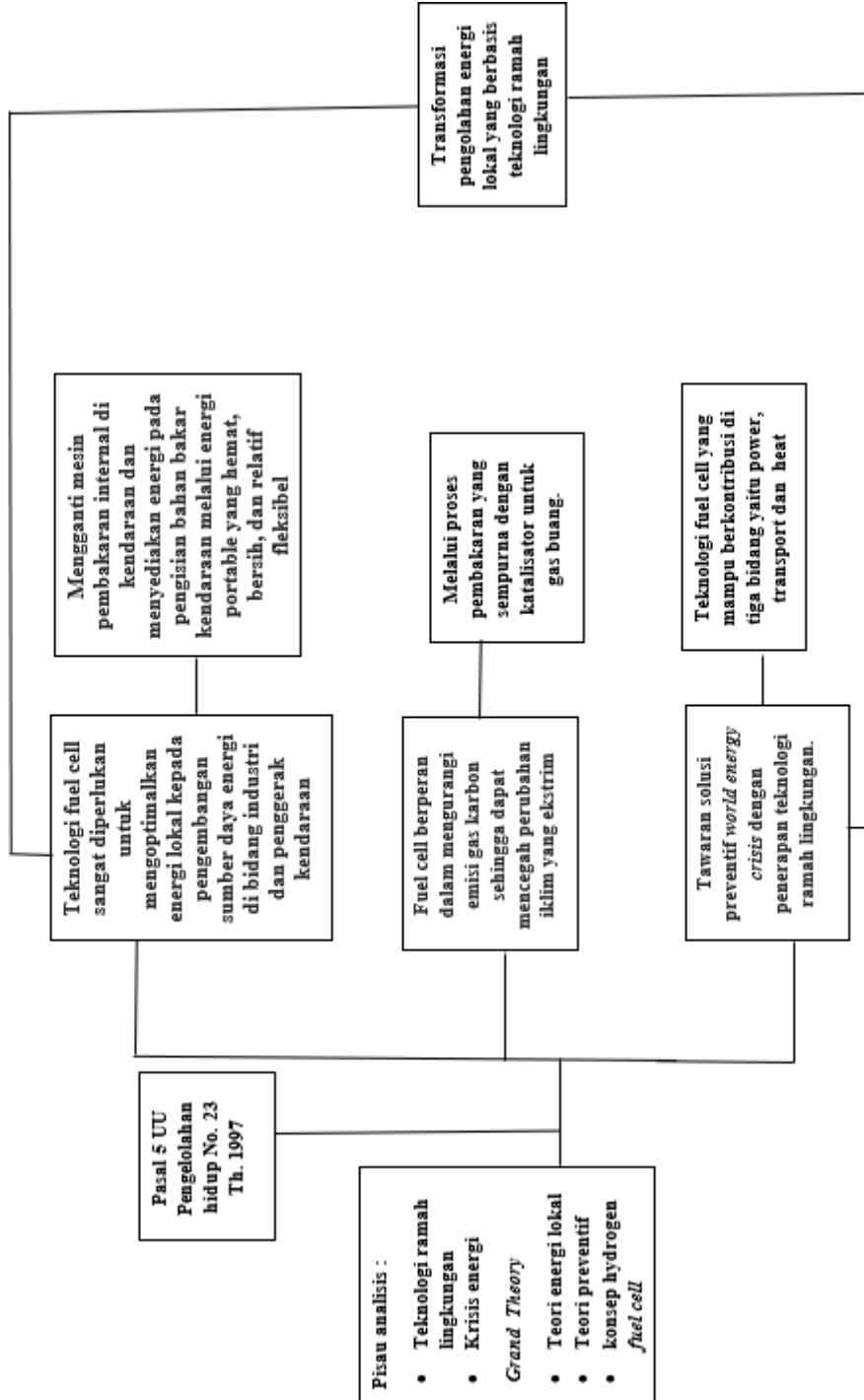
⁴ Ni Luh Novi Wirmyati, Nyoman Gede Remaja, *Penanggulangan Peredaran Narkotika Di Lembaga Pemasarakatan Kelas Iib Singaraja*. www.researchgate.net/publication.

⁵ Wikipedia contributors. <https://id.wikipedia.org/wiki/Krisis>; diakses tanggal 26 Maret 2022

⁶ Wikipedia contributors. https://id.wikipedia.org/wiki/Krisis_energi; diakses tanggal 26 Maret 2022

2.6 Theoretical Framework

FUEL CELL : INOVASI TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN UNTUK MENGOPTIMALKAN ENERGI LOKAL SEBAGAI UPAYA PREVENTIF KRISIS ENERGI



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian literer (library research) yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati, Penelitian literer (library research) yaitu teknik penelitian yang mengumpulkan data atau informasi melalui buku, surat kabar, majalah, jurnal, dan beberapa tulisan lain yang relevan dengan penelitian ini.⁷ Menurut Mestika Zed menjelaskan bahwa studi kepustakaan ini memiliki empat ciri, yaitu:

- a. Bahwa penelitian berhadapan langsung dengan teks dan bukan dengan pengetahuan lapangan atau saksi mata tempat kejadian.
- b. Bersifat “siap pakai” (*ready-made*), artinya peneliti tidak pergikemana-mana, kecuali hanya berhadapan langsung dengan bahan sumber yang sudah tersedia di perpustakaan.
- c. Umumnya adalah sumber sekunder, dalam arti bahwa peneliti memperoleh bahan dari tangan kedua dan bukan data orisinal dari tangan pertama.
- d. Kondisi data pustaka tidak dibatasi oleh ruang dan waktu, artinya data tersebut tidak akan pernah berubah karena ia sudah merupakan data “mati” yang tersimpan dalam rekaman tertulis (teks, angka, gambar, rekaman, atau film).⁸

7 Afifuddin, Metode Penelitian Kualitatif, (Bandung: CV Pustaka Setia, 2009), hlm.111.

8 Mestika Zed, Metode Penelitian Kepustakaan, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2004), hlm.4-5.

3.2 Sumber Data

1) Sumber Data Primer

Sumber data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari subjek penelitian sebagai sumber informasi yang dicari. Data ini disebut juga dengan data tangan pertama yang langsung berkaitan dengan objek riset.⁹ Sumber data primer penelitian ini adalah Buku Sumber Energi Listrik Alternatif Tanpa Batas, Buku Pengelolaan Sumber Daya Energi Berbasis Lingkungan, Buku Perkembangan Energi Terbarukan.

2) Sumber Data Sekunder

Sumber data sekunder merupakan data yang diperoleh lewat pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya. Dalam studi ini, data sekundernya adalah literatur yang relevan dengan penelitian ini.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara yang dapat digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data dan diharapkan data yang diperoleh valid dan sesuai dengan tujuan pendidikan. Mengingat data yang digunakan oleh penulis dari hasil karya tulis berupa buku, maka dalam pengumpulan data ini penulis menelusuri, kemudian membaca, dan mencatat bahan-bahan yang diperlukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan pembahasan.¹⁰

3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data yakni upaya mencari dan menata secara sistematis untuk meningkatkan pemahaman peneliti tentang kasus yang diteliti dan

9 Saifuddin Azwar, Metode Penelitian, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2009), hlm. 91.

10 Moh Nazir, Metode Penelitian, (Bogor, Ghalia Indonesia, 2005), hlm.103.

menyajikannya sebagai temuan bagi orang lain.¹¹ Dalam penelitian ini, teknik yang digunakan yakni *content analysis* yaitu suatu teknik membuat inferensi yang dapat ditiru (*replicable*) dan *shahih* dengan memperhatikan konteksnya.¹² Analisis ini bersifat sistematis dan generalis.¹³ Selanjutnya, setelah melakukan *content analysis* penulis menggunakan metode deskriptif yakni metode yang bertujuan untuk memberi gambaran atau mendeskripsikan data yang telah terkumpul, sehingga peneliti tidak akan memandang bahwa sesuatu itu sudah memang demikian keadaannya.¹⁴

¹¹ Noeng Muhajir, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Yogyakarta: PT Bayu Indra Grafika, 1996), hlm.104.

¹² Klaus Krippendorff, *Analisis Isi*, (Jakarta: Rajawali Press, 1991), hlm.15.

¹³ *Ibid*, hlm.175.

¹⁴ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: PT RIneka Cipta, 2006), hlm.267.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1) Teknologi *fuel cell* sangat diperlukan untuk mengoptimalkan energi lokal kepada pengembangan sumber daya energi di bidang industri dan penggerak kendaraan

Berdasarkan data dari Buku Outlook Energi Indonesia 2014 (OEI 2014) digambarkan tentang permasalahan energi saat ini serta proyeksi kebutuhan dan pasokan energi untuk kurun waktu 2012-2035.¹⁵ Maka dari itu untuk mengoptimalkan energi lokal diperlukan adanya energi alternatif, salah satunya yaitu *fuel cell*. Sebab melalui *fuel cell* energi kimia dapat diubah menjadi energi listrik melalui lapisan elektrolit yang diapit katoda dan anoda di sisi lain. Pada anoda terjadi oksidasi methanol menghasilkan carbon dioxide dan proton. Proton ini bergerak ke arah katoda melalui elektrolit. Pada katoda, oksigen yang dibawa oleh udara direduksi untuk membentuk air (H₂O). Elektron bergerak melalui kontak metalik dari anoda ke arah katoda. Reaksi yang terjadi adalah reaksi *methanol* dan *oxygen* untuk menjadi carbon dioxide dan air (H₂O), hal yang sama terjadi ketika kita melakukan pembakaran methanol. Peningkatan efisiensi pada *fuel cell* terletak pada penggunaan fuel yang langsung dikonversi menjadi listrik.

Fuel cell memiliki potensi untuk mengganti mesin pembakaran internal di kendaraan dan menyediakan energi pada pengisian bahan bakar kendaraan serta merupakan aplikasi energi portable yang hemat, bersih, dan relatif fleksibel. Dengan sifatnya yang secara langsung mampu mengubah energi kimia menjadi energi listrik, *fuel cell* berpotensi mengganti mesin pembakaran internal pada kendaraan sekaligus

¹⁵ Damisih. "Teknologi Fuel Cell Yang Ramah Lingkungan dan Aplikasinya", <https://ptm.bppt.go.id/kegiatan-dan-kerja-sama/berita/341-teknologi-fuel-cell-yang-ramah-lingkungan-dan-aplikasinya>; diakses tanggal 25 Maret 2022

menyediakan energi pada pengisian bahan bakar kendaraan tersebut¹⁶. Dengan cara mencampur hidrogen dengan oksigen guna menghasilkan reaksi kimia berupa listrik untuk menggerakkan kendaraan. Hal ini adalah pembeda utama FCV dengan mesin konvensional yang menghasilkan tenaga penggerak dengan membakar bahan bakar¹⁷. Sehingga teknologi *fuel cell* ini dapat mengoptimalkan energi di bidang industri dan penggerak kendaraan

Prinsip dasar kerja *fuel cell* merupakan kebalikan proses elektrolisa, dimana hidrogen direaksikan dengan oksigen dan menghasilkan listrik. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ Pada reaksi tersebut diatas dibebaskan energi panas yang kemudian dapat dihasilkan energi listrik yang digunakan pada bidang industri dan sebagai penggerak kendaraan.

¹⁶ Diah Ayu Suci Kinasih. “Masa Depan Energi Indonesia bersama Hidrogen Fuel Cell”, <https://diahayukinasih.wordpress.com/2017/12/13/masa-depan-energi-indonesia-bersama-hidrogen-fuel-cell/>; diakses tanggal 23 Maret 2022

¹⁷ Sasongko, Agung. “Ini Pembeda Mesin FCV Toyota dan Konvensional” <https://republika.co.id/berita/ngkjjk/ini-pembeda-mesin-fcv-toyota-dan-konvensional>; diakses tanggal 23 Maret 2022

4.2) *Fuel cell* berperan dalam mengurangi emisi gas karbon sehingga dapat mencegah perubahan iklim yang ekstrim

Sel bahan bakar *fuel cell* menjadi energi alternatif untuk mengatasi keterbatasan cadangan energi bahan bakar karena dapat membantu mengurangi emisi bahan bakar fosil dimana emisi gas karbon ini dapat menyebabkan perubahan iklim ekstrim yang bisa berdampak pada banjir, kelaparan, hingga ketidakstabilan ekonomi. Sel bahan bakar *fuel cell* dapat berperan sebagai pengganti mesin pembakaran internal di kendaraan karena proses pembakarannya lebih sempurna dan adanya penggunaan katalisator untuk gas buang sehingga dapat mengurangi kadar gas beracun.

Fuel cell adalah baterai yang dapat diisi bahan bakar untuk mendapatkan energi kembali. Bahan bakar baterai itu berupa hidrogen dan oksigen yang merupakan bahan bakar terbarukan atau tak akan pernah habis. Dengan demikian, teknologi ini bisa menjadi penyedia energi pada pengisian bahan bakar kendaraan maupun untuk *back up* atau pengganti genset bagi BTS apabila pasokan listrik PLN mengalami gangguan. *Fuel cell* menawarkan efisiensi tinggi dan dapat mengirimkan daya yang cepat bahkan pengaplikasiannya juga hemat, bersih, dan relatif fleksibel. Teknologi *fuel cell* dan hidrogen memiliki potensial kontribusi di tiga bidang yaitu *power, transport & heat*.

4.3) Tawaran solusi preventif world energy crisis dengan penerapan teknologi ramah lingkungan.

Krisis energi yang dialami berbagai belahan dunia dapat menyebabkan ketidakpastian terhadap proses pemulihan dan perbaikan ekonomi global pada tahun 2022. Hal ini menyebabkan di beberapa belahan dunia mengalami kenaikan harga komoditas yang diikuti dengan peningkatan harga bahan baku dan logistik. Proyeksi pertumbuhan positif itu saja sebenarnya sudah lebih rendah dibandingkan perkiraan pertumbuhan ekonomi global tahun ini sebesar 5,9 persen (yoy) akibat ketidakpastian perkembangan COVID-19.

Komersialisasi fuel cell telah dimulai bahkan beberapa negara telah berhasil mengembangkan *fuel cell* pada negaranya masing-masing. Di Indonesia PT Telecom telah memasang *fuel cell* jenis *polymer electrolyte membrane fuel cell* (PEMFC). Fuel cell ini beroperasi pada suhu rendah menggunakan sistem penyediaan tenaga untuk kendaraan dan pembangkit listrik skala kecil. Beberapa perguruan tinggi dan instansi seperti ITB, UGM, LIPI dan BPPT harus bersinergi untuk mengembangkan kemandirian teknologi *fuel cell*, serta tidak menutup kemungkinan instansi lain untuk berkolaborasi dalam riset *fuel cell* di Indonesia.¹⁸

Melihat besarnya potensi dan peluang *fuel cell* di masa depan bagi Indonesia, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) membentuk Indonesia *Association Fuel Cell and Hydrogen Energy* (INAFHE) sebagai tempat bagi seluruh badan yang ingin bergerak pada pengembangan *fuel cell* di Indonesia. Menurut Ketua INAFHE Eniya Listiani Dewi, tujuan dibentuknya INAFHE adalah sebagai wadah untuk memajukan pengembangan IPTEK, khususnya pada energi *fuel cell* agar lebih pesat dan terarah serta dapat berguna bagi masyarakat.

Di Indonesia sendiri, *fuel cell* dalam skala industri sudah banyak dipergunakan terlebih pada bidang industri telekomunikasi telah tercatat sekurang-

¹⁸Darjat Sulistyono. Oktober, 2016. *Kajian Fuel Cell (Sel Bahan Bakar) dari Tinjauan Material dan Daya Keluaran*. Vol. 20. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV (SNTTM XV)

kurangnya 600 BTS (*Base Transceiver Station*) yang mempergunakan teknologi *fuel cell* dari *Cascadian*. *Fuel cell* ini dimanfaatkan untuk *back up power* apabila terjadi gangguan pasokan listrik dari PLN.¹⁹

¹⁹Damisih. “*Teknologi Fuel Cell Yang Ramah Lingkungan dan Aplikasinya*”, <https://ptm.bppt.go.id/kegiatan-dan-kerja-sama/berita/341-teknologi-fuel-cell-yang-ramah-lingkungan-dan-aplikasinya>; diakses tanggal 25 Maret 2022

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. *Fuel cell* dapat mengganti mesin pembakaran internal di kendaraan dan menyediakan energi pada pengisian bahan bakar kendaraan. dengan cara mencampur hidrogen dengan oksigen guna menghasilkan reaksi kimia berupa listrik untuk menggerakkan kendaraan
2. *Fuel cell* sangat berperan dalam mencegah ancaman krisis energi dunia, perannya antara lain; 1) mengurangi emisi gas karbon, 2) mengatasi keterbatasan cadangan energi bahan bakar, 3) mengganti mesin pembakaran internal di kendaraan, serta 4) menyediakan energi pada pengisian bahan bakar kendaraan maupun untuk *back up* atau pengganti genset bagi BTS apabila pasokan listrik PLN mengalami gangguan. Dari peran fuel cell diatas dapat disimpulkan bahwa teknologi ini dapat mencegah krisis energi dunia dan perubahan iklim yang ekstrim
3. Krisis energi yang dialami oleh belahan dunia khususnya Indonesia menyebabkan ketidakpastian terhadap perkembangan ekonomi global tahun 2022. Berdasarkan hal tersebut, kami menawarkan solusi preventif untuk menanggulangi world energy crisis yaitu dengan memanfaatkan teknologi ramah lingkungan (*fuel cell*). *Fuel cell* sebagai energi alternatif memiliki potensi dan peluang yang besar bagi masa depan energi lokal Indonesia. Bahkan, di Indonesia sudah banyak dipergunakan pada industri telekomunikasi.

5.2 Saran

1. Untuk pemanfaatan *fuel cell* sebagai inovasi teknologi ramah lingkungan diperlukan kontribusi penuh semua pihak baik pemerintah, maupun

masyarakat sehingga tercipta sinergi yang optimal serta krisis energi dapat dicegah dengan adanya *fuel cell* ini.

2. Untuk diteliti lebih lanjut mengenai *fuel cell* sebagai inovasi teknologi ramah lingkungan dan solusi krisis energi dunia

DAFTAR PUSTAKA

- Afifuddin. 2009. *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: CV Pustaka Setia
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT RIneka Cipta
- Azwar, Saifuddin. 2009. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T and Rachma Prilian Eviningsih, S.T., M.T, Penerapan Sistem Elektronika Daya. Deepublish, 2022.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T and Rachma Prilian Eviningsih, S.T., M.T, Konsep Dasar Elektronika Daya. Deepublish, 2022.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T et al., “Portable-2WG” Inovasi Turbin Pembangkit Listrik Portable Air Dan Angin Untuk Kebutuhan Rumah Tangga Pada Penduduk Daerah Aliran Sungai. Deepublish, 2022.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T et al., Rancang Bangun Ship Alarm Monitoring (SAM) Sebagai Solusi Keamanan Pengoperasian Auxiliary Engine. Deepublish, 2021.
- Gramandha Wega Intyanto, Ahmad Arbi Trihatmojo, Dwi Ariani Finda Yuniarti, and Anggara Trisna Nugraha, “ELDOC - Design of Electric Dolly Camera for Video Recording Using the Omni-Direction Wheel,” *Walisongo Journal of Information Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 41–52, Jun. 2023, doi: <https://doi.org/10.21580/wjit.2023.5.1.16463>.
- Anggara Trisna Nugraha, Joessianto Eko Poetro, Perwi Darmajanti, Misbakhul Mu'in, and F. Habib, “ANALISIS ALIRAN DAYA DAN CAPASITOR PLACEMENT PADA SISTEM KELISTRIKAN PT BLAMBANGAN BAHARI SHIPYARD DENGAN SOFTWARE ETAP,” *Jurnal 7 Samudra*, vol. 8, no. 1, Nov. 2023, doi: <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i1.133>.
- Anggara Trisna Nugraha, Yuning Widiarti, Dwi Sasmita Aji Pambudi, N. Moh., and F. Habib, “PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

HYBRID PANEL SURYA DAN TURBIN ANGIN TERINTEGRASI
MULTI INPUT CONVERTER DC/DC DENGAN FUZZY LOGIC PADA
SISTEM AERATOR TAMBAK UDANG,” Jurnal 7 Samudra, vol. 8, no.
1, Jun. 2023, doi: <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i1.134>.

Anggara Trisna Nugraha, Yuning Widiarti, Rini Indartini, S. Ika, and N.
Muhammad, “RANCANG BANGUN SISTEM ALARM JAM
NAVIGASI JEMBATAN BERBASIS PENGENALAN DENGAN
METODE FACENET,” Jurnal 7 Samudra, vol. 8, no. 1, Jun. 2023, doi:
<https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i1.137>.

Anggara Trisna Nugraha, Froseido Brilian Bintang Syahara, Urip
Mudjiono, Rini Indarti, and S. Ika, “PROTOTYPE SISTEM CONTROL
SUHU DAN MONITORING KELAYAKAN TINGKAT KEKERUHAN
DAN VISKOSITAS MINYAK PADA TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI BERBASIS INTERNET OF THINGS,” Jurnal 7 Samudra,
vol. 8, no. 1, Jun. 2023, doi: <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i1.135>.

Anggara Trisna Nugraha, A. Arief, Rini Indarti, N. Edy, and S. Ika,
“RANCANG BANGUN PENDETEKSI KEBAKARAN DINI PADA
KAPAL IKAN BERBASIS IoT DENGAN KOMUNIKASI LoRa,” Jurnal
7 Samudra, vol. 8, no. 1, Jun. 2023, doi:
<https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i1.136>.

Anggara Trisna Nugraha, Moch Fadhil Ramadhan, Muhammad Jafar
Shiddiq, and Muhammad Fikri Fathurrohman, “Comparison of Insulated
Switch Gear with Desiccant Addition to SF6 Gas Quality System at Waru
Substation,” JEEM ECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic
and Computer Science), vol. 6, no. 2, pp. 77–86, Aug. 2023, doi:
<https://doi.org/10.26905/jeemecs.v6i2.6044>.

A. T. Nugraha, M. I. I.A, S. I. Yuniza, and N. Novsyafantri, “Penyearah

Setengah Gelombang Tiga Fasa Tak Terkontrol Menggunakan Motor Induksi Tiga Fasa,” *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 02, pp. 78–88, Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v11i02.1667>.

M. Apriani, Ayu Nindyapuspa, Friska Dyah Ayu Febri Cahyani, and Anggara Trisna Nugraha, “Recovery of sugarcane bagasse as adsorbent for chromium (Cr) (III) removal,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1265, no. 1, pp. 012006–012006, Nov. 2023, doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1265/1/012006>.

Anggara Trisna Nugraha, H. Agus, Rini Indartini, N. Ade, and D. Ilham, “RANCANG BANGUN ALAT PENYEIMBANG ARUS BEBAN PADA KAPAL BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN METODE DECISION TREE,” *Jurnal 7 Samudra*, vol. 8, no. 2, Nov. 2023, doi: <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i2.131>.

Anggara Trisna Nugraha, N. Edy, Purwidi Asri, Briyen Rangga Prayoga W, and D. Ilham, “PROTOTYPE SISTEM PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN CARGO HOLD BILGE KAPAL DENGAN METODE DECISION TREE BERBASIS MIKROKONTROLER,” *Jurnal 7 Samudra*, vol. 8, no. 2, Nov. 2023, doi: <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i2.130>.

Anggara Trisna Nugraha, Purwidi Asri, Perwi Darmajanti, D. Ilham, and N. Muhammad, “RANCANG BANGUN MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK UDANG VANAME DENGAN KONTROL PADDLE WHEEL BERBASIS MIKROKONTROLLER,” *Jurnal 7 Samudra*, vol. 8, no. 2, Nov. 2023, doi: <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i2.132>.

A. Faza, N. Muhammad, Purwidi Asri, Anggara Trisna Nugraha, and Perwi Darmajanti, “PROTOTYPE SISTEM OILY WATER SEPARATOR

OTOMATIS PADA KAPAL MENGGUNAKAN METODE DECISION TREE BERBASIS MIKROKONTROLER,” Jurnal 7 Samudra, vol. 8, no. 2, pp. 1–6, Nov. 2023, doi: <https://doi.org/10.54992/7samudra.v9i1.128>.

Agung Prasetyo Utomo et al., “Pelatihan Pembuatan Miniatur Kapal Berdasar Standar Desain Berbahan Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) untuk Kelompok Pengrajin di Wilayah Pantai Situbondo,” vol. 7, no. 2, pp. 391–391, Dec. 2023, doi: <https://doi.org/10.36841/integritas.v7i2.3808>.

Anggara Trisna Nugraha, Aminatus Sa’diyah, Endang Pudji Purwanti, Syafiuddin, Muhammad Bilhaq Ashlah, and Fortunaviaza Habib Ainudin, “Application of the Coulomb Counting Method for Maintenance of VRLA Type Batteries in PLTS Systems,” E3S web of conferences, vol. 473, pp. 02003–02003, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447302003>.

A. Putra, Anggara Trisna Nugraha, Yuning Widiarti, Wafiq Safaroz, and Rama Arya Sobhita, “Design of Unipolar Pure Sine Wave Inverter with Spwm Method Based On Esp32 Microcontroller As a Support of The Ebt System On Ship,” E3S web of conferences, vol. 473, pp. 01008–01008, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447301008>.

Anggara Trisna Nugraha et al., “Design Build an Off Grid Based Solar Power Plant System Using The Bidirectional Buck And Boost Topology In The Conservation Of Sea Pearl Turtles,” vol. 473, pp. 01006–01006, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447301006>.

M. Santoso, A. Putra, Anggara Trisna Nugraha, Faiqotin Najudah, and Rahmania Firdiansyah, “Enhancing Measurement Quality of Voltage Divider Circuit and ACS712 DC Current Sensor in PPNS Baruna 01 Crewboat Solar Power Plant,” E3S web of conferences, vol. 473, pp. 01009–01009, Jan. 2024, doi:

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447301009>.

Damisah. “*Teknologi Fuel Cell Yang Ramah Lingkungan dan Aplikasinya*”, <https://ptm.bppt.go.id/kegiatan-dan-kerja-sama/berita/341-teknologi-fuel-cell-yang-ramah-lingkungan-dan-aplikasinya>; diakses tanggal 25 Maret 2022

Fuel Cell: Potensi Sumber Energi Dunia di Masa Depan, <https://bppt.go.id/berita-bppt/fuel-cell-potensi-sumber-energi-dunia-di-masa-depan>; diakses tanggal 21 Maret 2022

Kinasih, Diah Ayu Suci. “*Masa Depan Energi Indonesia bersama Hidrogen Fuel Cell*”, <https://diahayukinasih.wordpress.com/2017/12/13/masa-depan-energi-indonesia-bersama-hidrogen-fuel-cell/>; diakses tanggal 23 Maret 2022

Krippendorff . Klaus. 1991. *Analisis Isi*. Jakarta: Rajawali Press

Muhajir, Noeng. 1996. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Yogyakarta: PT Bayu
Indra Grafika

Nazir, Moh. 2005. *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Ni Luh Novi Wirmyati, Nyoman Gede Remaja, *Penanggulangan Peredaran Narkotika Di Lembaga Pemasyarakatan Kelas Iib Singaraja*.
www.researchgate.net/publication.

Sasongko, Agung. “*Ini Pembeda Mesin FCV Toyota dan Konvensional*”
<https://republika.co.id/berita/ngkjjk/ini-pembeda-mesin-fcv-toyota-dan-konvensional>; diakses tanggal 23 Maret 2022

Sulistyo, Darjat. Oktober, 2016. *Kajian Fuel Cell (Sel Bahan Bakar) dari Tinjauan Material dan Daya Keluaran*. Vol. 20. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV (SNTTM XV)

Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa. 2001. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka

Wikipedia contributors. https://id.wikipedia.org/wiki/Krisis_energi; diakses tanggal 26 Maret 2022

Zed, Mestika. 2004. *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia