

ANALISIS PARAMETER DESAIN GENERATOR HHO DRY CELL MENGGUNAKAN KOMBINASI VOSVIEWER DAN METODE TAGUCHI

Desi Fajarwati¹, Deni Shidqi Khaerudini^{2,3}

¹Program Magister Teknik Mesin, Universitas Mercubuana Jakarta Barat

²Dosen Program Magister Teknik Mesin, Universitas Mercubuana Jakarta Barat

³Peneliti Senior, Pusat Penelitian Fisik, LIPI

e-mail : ¹desifajarw@gmail.com, ^{2,3}deni.shidqi@mercubuana.ac.id

ABSTRACT

The need for a clean and sustainable fuel source gave rise to the idea of using water as a fuel source.. Electrolyzed air will produce hydrogen and oxygen gas (HHO) which have high octane and fuel values so that they can be used as fuel. To determine the optimal dry cell HHO generator design, an experimental design was carried out using the Taguchi method by taking into account the parameters that have been contained in previous research, especially journal-based. This research journal was inventoried using Publish or Perish software with Scopus as the database source. Methodi Ordinatio used to select relevant journals, for bibliometric analysis using VOSviewer. The parameters to be varied with the Taguchi method are the number of plates, the use of Pulse Width Modulation (PWM) as a current / heat controller, and controlling electrolytes. Each parameter is varied in 2 levels, so that with an orthogonal array, the required design is obtained. The calculation results show that the electrolyte concentration is a parameter that has more influence on the effect of the HHO generator and the amount of gas production compared to the number of plates and the use of PWM.

Keywords: HHO, Methodi Ordinatio, Scopus, Taguchi, VOSviewer.

INTISARI

Kebutuhan akan sumber bahan bakar yang bersih dan berkelanjutan memunculkan gagasan digunakannya air sebagai sumber bahan bakar. Air yang dielektrolisis akan menghasilkan gas hidrogen dan oksigen (HHO) yang memiliki nilai oktan dan nilai bakar tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Untuk menentukan desain HHO generator dry cell yang optimal, dilakukan desain eksperimen menggunakan metode Taguchi dengan memperhatikan parameter yang telah terdapat dalam penelitian terdahulu, terutama berbasis jurnal. Jurnal penelitian ini diinventarisir menggunakan perangkat lunak Publish or Perish dengan Scopus sebagai sumber database. Methodi Ordinatio digunakan untuk memilih jurnal yang relevan, untuk dilakukan analisis secara bibliometrik menggunakan VOSviewer. Parameter yang akan divariasikan dengan metode Taguchi yaitu jumlah pelat, penggunaan Pulse Width Modulation (PWM) sebagai pengendali arus/panas, dan konsentrasi elektrolit. Masing masing parameter divariasikan dalam 2 level, sehingga dengan orthogonal array didapatkan desain yang diperlukan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa konsentrasi elektrolit merupakan parameter yang lebih berpengaruh terhadap efisiensi generator HHO dan jumlah produksi gas dibanding jumlah pelat dan penggunaan PWM.

Kata kunci : HHO, Methodi Ordinatio, Scopus, Taguchi, VOSviewer.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar fosil yang terus meningkat terutama untuk kendaraan roda dua maupun roda empat menimbulkan banyak kerugian pada lingkungan (Martins *et al.*, 2019). Tidak dapat dihindari bahwa gas polutan (CO, HC, NOx) akan selalu ada pada pemakaian kendaraan berbahan bakar fosil. Selain itu juga mengakibatkan penurunan cadangan energi fosil dan perubahan iklim (Höök & Tang, 2013). Peningkatan konsumsi bahan bakar fosil membuat cadangan berkurang (Tamer Nabil & Khairat Dawood, 2019), menyebabkan permasalahan lingkungan (Öztürk *et al.*, 2013), pemanasan global dan masalah kesehatan (Watany, 2015). Sehingga para peneliti berusaha menemukan solusi, dan didapatkan bahwa terdapat bahan bakar yang berkelanjutan sekaligus mampu mengatasi masalah lingkungan (Bielaczyc *et al.*, 2015) dan sumber energi baru terbarukan berbasis cairan yang dapat menopang sistem energi hibrid. Sumber tersebut antara lain methanol (Li *et al.*, 2015), alkohol (Niculescu

et al., 2019), biodiesel dari minyak jelantah (Chen *et al.*, 2018) dan campuran antara oksigen dan hidrogen (Karagoz, 2018).

Air merupakan sumber daya alam yang berlimpah di bumi, sebagaimana kita ketahui bahwa dua per tiga bagian bumi adalah air. Indonesia sendiri merupakan negara kepulauan yang terletak di khatulistiwa sehingga menyebabkan jumlah cadangan air di Indonesia dapat dipastikan keberlanjutannya. Air terbentuk dari dua unsur yaitu dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Senyawa air, jika dipisahkan menjadi unsur-unsur penyusunnya tidak berbentuk gas tetapi cair (pada temperatur kamar). Ini bisa terjadi karena oksigen lebih elektronegatif terhadap hidrogen (Pozio & Tosti, 2013). Sifat tersebut dapat dimanfaatkan untuk menguraikan air menjadi unsur-unsur penyusunnya (hidrogen dan oksigen) yaitu dengan metode elektrolisis.

Hasil elektrolisis air menghasilkan gas hidrogen dan oksigen atau gas hidrogen oksida hidrogen (HHO) atau sering dikenal dengan istilah *Brown gas* yang diambil dari nama penemunya yaitu Yull Brown (T.B *et al.*, 2019). Gas hidrogen diharapkan dapat membantu pembakaran rantai hidrokarbon bahan bakar dan gas oksigen juga dapat menurunkan emisi CO.

Sudirman (Sudirman, 2008) dalam penelitiannya menyatakan bahwa *Brown gas* merupakan bahan bakar yang bertenaga, bersih, mampu meningkatkan jarak tempuh, dan mengurangi emisi gas buang secara signifikan. Hal ini diperkuat oleh Ammar (Ammar A Al-Rousan, 2010) berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, gas HHO juga terbukti berpengaruh positif terhadap pengurangan emisi gas buang kendaraan.

Dalam merancang HHO generator perlu diperhatikan parameter desain yang akan mempengaruhi kinerja dan hasil dari proses elektrolisis. Diantara parameter tersebut adalah jumlah pelat elektroda, dimensi pelat elektroda, volume elektrolit, jumlah tegangan, material generator, dan banyak parameter terkait kinerja generator.

Untuk mendapatkan desain terbaik, maka perlu dilakukan analisis terhadap parameter yang mempengaruhi kinerja. Salah satu metode yang tepat dan relatif sederhana untuk membuat desain eksperimen adalah metode Taguchi. Metode Taguchi merupakan metode yang digunakan untuk membuat desain yang *robust* (tangguh). Desain yang *robust* adalah sebuah metodologi rekayasa untuk meningkatkan produktivitas selama penelitian dan pengembangan sehingga produk berkualitas tinggi dapat diproduksi dengan cepat dan biaya rendah (Parnianifard *et al.*, 2017).

Penelitian dengan metode Taguchi yang pernah dilakukan salah satunya adalah untuk mengetahui parameter yang paling signifikan dalam pengeringan dan karbonisasi sekam padi (Parnianifard *et al.*, 2017). Dengan melakukan 9 kali percobaan, disimpulkan bahwa temperatur optimal pengeringan dan karbonisasi sekam padi adalah 100 °C, waktu pengeringan 24 jam, temperatur karbonisasi 650 °C, dan waktu karbonisasi 120 menit.

Kemudian penelitian dengan metode Taguchi pernah juga dilakukan untuk pemodelan transfer *bioheat* yang memainkan peran penting dalam perencanaan pengobatan terapi kanker. Penelitian tersebut memperhitungkan enam faktor tingkat 3 yaitu laju perfusi darah pada jaringan sehat dan tumor, frekuensi, tegangan yang diberikan, laju pemanasan metabolik pada jaringan sehat dan tumor. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk meranking parameter yang terlibat dalam pemanasan elektromagnetik dan menentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi transfer *bioheat*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan yang diberikan memiliki pengaruh terbesar pada temperatur maksimum yang dicapai dan diikuti oleh frekuensi radiasi elektromagnetik (Jamil & Ng, 2013).

Selain metode Taguchi, dalam penelitian ini akan digunakan VOSviewer untuk mengetahui tren (kecenderungan) riset dan mendapatkan data penelitian yang terkait. VOSviewer sendiri merupakan perangkat

lunak yang dikembangkan untuk membuat dan melihat peta bibliometrik (*mapping trend* riset). Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk membuat peta penulis (*author*) atau jurnal berdasarkan data kutipan bersama atau untuk membuat peta kata kunci berdasarkan data kejadian bersama (van Eck & Waltman, 2010).

Penelitian bibliometrik berbasis VOSviewer pernah dilakukan oleh Tupan (Tupan, 2016) yaitu untuk mengetahui perkembangan secara statistik jurnal mengenai pertanian di Dunia, Asia dan Indonesia, sehingga dapat diketahui hubungan antar jurnal dan antar penulis.

VOSviewer juga digunakan sebagai basis penelitian bibliometrik dalam jurnal penelitian mengenai *Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC)*. Dengan menggunakan VOSviewer, tren dan fokus penelitian pada area tertentu dapat diketahui. Hasil yang diperoleh pada sub-tema penelitian *Mass Transport in GDL (Gas Diffusion Layer)* mengkonfirmasi kompleksitas di wilayah studi dengan menampilkan pola pertumbuhan eksponensial yang tidak menentu. Amerika Serikat, Cina, dan Jepang adalah negara terkemuka dalam publikasi PEMFC (Solis *et al.*, 2019).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibuat kajian pustaka dengan mengkombinasikan metode VOSviewer dan Taguchi. Penggunaan VOSviewer bertujuan untuk mendapat data mengenai tren penelitian di bidang HHO yang telah ada terutama mengenai parameter kerja HHO. Kemudian setelah mengetahui peta bibliometrik dari penelitian mengenai HHO, dengan menggunakan metode Taguchi dapat dilakukan analisis parameter kinerja generator HHO secara sederhana untuk mengetahui parameter yang paling berpengaruh.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan membahas pustaka berbasis jurnal terkait generator HHO *dry cell* yang telah ada. Kemudian dilakukan analisis menggunakan metode Taguchi untuk menentukan parameter mana yang paling berpengaruh dalam efisiensi generator, jumlah produksi gas HHO, dan temperatur operasi.

2.1 Analisis Bibliometrik VOSviewer

Berbagai jenis penelitian mengenai HHO generator telah dilakukan dengan berbagai macam parameter yang diperbandingkan, diantara lain *engine speed* (Tamer Nabil & Khairat Dawood, 2019), penambahan PWM dengan berbagai *duty cycle* (T Nabil, 2019a), perbedaan konsentrasi elektrolit dan luas penampang (Roihatin, 2015), jumlah pelat (Kusumaningsih *et al.*, 2016), dan pengaruh sirkulasi elektrolit (Cameron, 2012).

Untuk mendapatkan data dari semua penelitian di bidang HHO yang telah ada digunakan *software Publish or Perish* (Grimes *et al.*, 2018). *Software Publish or Perish* merupakan perangkat lunak untuk melakukan analisis sitasi akademik. *Software* tersebut mengolah variasi data dan merepresentasikan dalam bentuk matrik yang terdiri dari (Grimes *et al.*, 2018):

- Jumlah sitasi per paper, sitasi per penulis, sitasi per tahun,
- *Hirsch h'index*, yaitu angka yang menunjukkan dampak kumulatif dari keluaran peneliti dengan melihat jumlah kutipan yang diterima dari *paper*-nya.
- *g*-indeks, yaitu angka terbesar (unik) sedemikian rupa sehingga artikel *g* teratas menerima (bersama-sama) setidaknya g^2 kutipan.
- *hI, norm* sebagai indeks-h dari jumlah kutipan yang dinormalisasi.
- *hI, annual* adalah peningkatan tahunan rata-rata individu dari indeks-h.

Publish or Perish dapat mencari data dari berbagai situs publikasi internasional diantaranya *CrossRef*, *Google Scholar*, *PubMed*, *Microsoft Academic*, *Scopus*, dan *Web of Science*. Dalam penelitian ini data akan diambil hanya dari Scopus karena dianggap memiliki *database* publikasi jurnal yang sudah melalui tahap seleksi dengan standar yang ketat (Universiti Kebangsaan Malaysia, 2013).

Pencarian pada *Publish or Perish* akan menggunakan kata kunci yang telah ditentukan dengan operator boolean untuk membatasi jurnal. Kemudian data jurnal yang telah didapat dilakukan penyaringan menggunakan *Methodi Ordinatio* (Pagani *et al.*, 2015). Gambar 1 menunjukkan alur dari penelitian ini.

Tahapan yang berikutnya adalah pengimplementasian *Methodi Ordinatio*, yaitu:

1. Penentuan tujuan penelitian, yaitu “HHO dry Cell”
2. Eksplorasi kata kunci dalam penelitian, yaitu “HHO” AND “Dry Cell”
3. Keputusan kombinasi kata kunci dan *database* yaitu berdasarkan kata kunci yang biasa digunakan oleh penulis: “HHO”, “Hydroxy”, “Brown gas”, “Dry Cell”, “Wet Cell”, “Electrolyzer”. Setelah melakukan analisa maka kombinasi kata kunci dapat didefinisikan. Scopus dipilih menjadi *database* pencarian jurnal.
4. Pencarian pada *database* dilakukan menggunakan *Publish or Perish* dengan operator boolean sebagai berikut (“HHO” OR “Hydroxy” OR “Brown gas”) AND (“Dry Cell” OR “Wet Cell” OR “Electrolyzer”). Kemudian hasil disimpan dalam bentuk RIS/RefManager untuk dapat dilakukan analisis menggunakan VOSviewer dan dapat dimasukkan dalam Mendeley sebagai sitasi.
5. Prosedur penyaringan jurnal dilakukan dengan langkah sebagai berikut: (i) eliminasi duplikasi jurnal, (ii) mengambil hanya kategori artikel, (iii) periode dibatasi dari 2010 hingga 2020.
6. Setelah melakukan penyaringan jurnal maka dilakukan identifikasi *impact factor* dan tahun publikasi jurnal.
7. Melakukan ranking dengan *InOrdinatio*. Setelah langkah 1 hingga 6 dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung indeks *InOrdinatio* menggunakan persamaan (1) yang telah dibahas dalam jurnal oleh Pagani dkk (Pagani *et al.*, 2015). Persamaan tersebut mempertimbangkan total sitasi dari jurnal ($\sum Ci$), *impact factor* (IF/1000), faktor α yang merupakan koefisien dari 1 hingga 10 yang menunjukkan seberapa pentingnya artikel di tahun penerbitan. Kemudian terdapat faktor tahun penelitian dan tahun penerbitan.

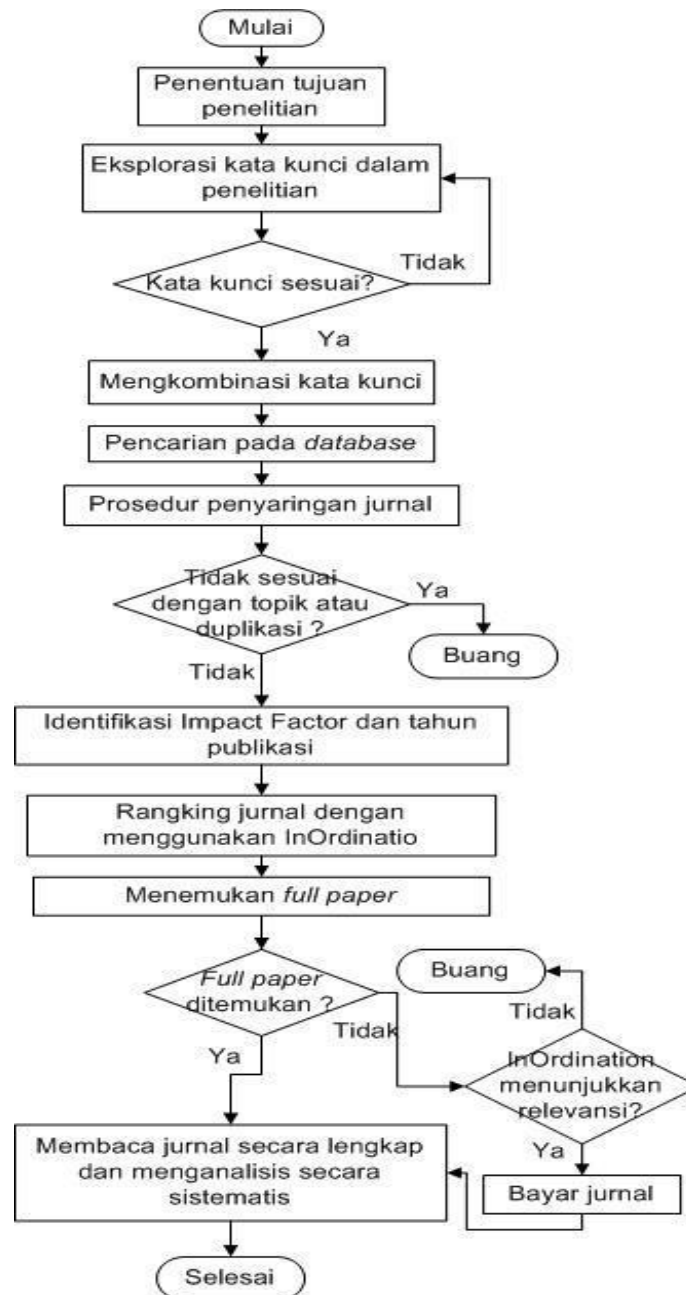
$$InOrdinatio = \left(\frac{IF}{1000}\right) + \alpha * [10 - (ResearchYear - PublishYear)] + \left(\sum Ci\right) \quad (1)$$

Dalam penelitian ini akan diambil artikel yang memiliki faktor indeks *InOrdinatio* minimal 75.

8. Kemudian menemukan *full paper*, jika tidak ditemukan maka pertimbangkan terlebih dahulu apakah indeks *InOrdination*nya menunjukkan relevansi terhadap penelitian, Jika tidak maka tidak perlu untuk dicari, jika relevan maka lakukan pembayaran untuk jurnal tersebut.
9. Membaca jurnal secara lengkap dan melakukan analisa sistematis.

Data hasil akhir dari *methodi ordinatio* yang telah didapat dari *Publish or Perish* kemudian disimpan dalam bentuk RIS. Lalu digunakan aplikasi VOSviewer untuk melakukan pemetaan *co-occurrence*. Atribut *Occurrences* menunjukkan jumlah dokumen di mana kata kunci muncul. Warna yang muncul dalam gambar bibliometrik VOSviewer menunjukkan *cluster*. Jarak antara dua jurnal kurang lebih menunjukkan keterkaitan jurnal dalam kaitannya dengan tautan kutipan. Secara umum, jika dua jurnal terletak lebih dekat satu sama lain, semakin kuat

keterkaitan mereka. Hubungan antar jurnal juga dapat diwakili oleh garis (van Eck & Waltman, 2010).



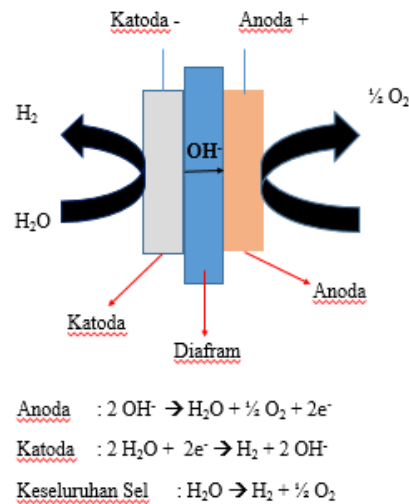
Gambar 1. Tahapan metodologi Methodi Ordinatio.

2.2 HHO

2.2.1 Brown Gas

Brown Gas dihasilkan dari elektrolisis air dengan energi potensial sebanding dengan jumlah gas yang dihasilkan. Reaksi yang terjadi di elektroda adalah sebagai berikut (RC Flange, 1988):

Reaksi elektrolisis air seperti pada Gambar 2 dimana pada anoda akan terjadi reaksi oksidasi sehingga menghasilkan gas oksigen. Sedangkan pada katoda akan terjadi reaksi reduksi yang menghasilkan gas hidrogen.



Gambar 2. Reaksi elektrolisis air.

Gas HHO secara alami bersifat mudah meledak, *auto-ignition* dari gas HHO adalah 570 °C pada tekanan dan temperatur ruang standar. Tingkat energi dari gas HHO adalah sekitar 139,560 kJ/kg. Gas HHO bersifat *odorless* (tidak berbau), *colorless* (tidak berwarna), dan lebih ringan dari air (Jakliński, 2020).

2.2.2 Parameter Generator HHO

Generator HHO *dry cell* adalah generator dengan elektroda tidak direndam di dalam larutan elektrolit. Pada generator tipe ini elektrolit mengisi celah-celah antar elektroda yang dijajar, sehingga proses elektrolisis terjadi ketika elektrolit mengalir melalui elektroda. Larutan elektrolit ditampung pada sebuah reservoir yang disimpan di atas elektroliser (Kusuma, 2017).

Berdasarkan jumlah HHO yang dibutuhkan dan sumber listrik yang ada, maka jumlah *cell* dapat ditentukan, sehingga luas pelat elektroda efektif juga dapat diperhitungkan. Jumlah *cell* dan konsentrasi elektrolit memiliki pengaruh langsung pada tegangan *cell*. Tegangan *cell* dapat dihitung dengan membagi jumlah tegangan sumber dibagi jumlah *cell*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Boyce (Boyce, 2016), bahwa tegangan yang diperlukan agar generator HHO bekerja tanpa pemanasan adalah 2-3 V.

Jarak antar pelat dan temperatur operasi *cell* harus sangat diperhitungkan ketika menentukan *amperage cell*. Oleh karena air suling memiliki resistansi tinggi, untuk menurunkannya diperlukan elektrolit. Konsentrasi elektrolit ini sangat berpengaruh terhadap *amperage cell*. Arus akan meningkat saat operasi, yang disebabkan oleh konsentrasi yang meningkat akibat temperatur yang juga meningkat (Tamer Nabil & Khairat Dawood, 2019).

Jumlah HHO tergantung pada efisiensi air untuk menyalurkan arus listrik dan jumlah arus yang disalurkan melalui permukaan pelat. Faraday memperhitungkan bahwa tiap *inch* persegi dari pelat akan menyalurkan 0.54 ampere. Sedangkan jumlah produksi gas HHO dapat diperkirakan berdasarkan persamaan (2) hukum Faraday sebagai berikut (Bella, 2003) :

$$V = \frac{RITt}{zFP} \quad (2)$$

V adalah volume gas HHO yang dihasilkan dengan satuan Liter (L). R adalah konstanta gas ideal 0.820 atm/(mol.K). I adalah arus yang diberikan untuk generator dengan satuan ampere (A). T adalah temperatur elektrolit dengan satuan kelvin (K). t adalah waktu operasi dengan satuan detik (s). z adalah jumlah elektron yaitu

2 elektron hidrogen dan 4 elektron oksigen. F adalah konstanta Faraday 96,485 C/mol. P adalah tekanan dengan satuan atmosfer (atm). Efisiensi generator HHO (El-Kassaby, 2016) dapat dihitung dengan persamaan (3):

(3)

m_{HHO} adalah konse HHO generator efficiency = $\frac{m_{HHO} * LHV_{HHO}}{\text{Volt} * \text{Ampere} * \text{Time}}$ lor sebesar 121.000 kJ/kg.

2.3 Desain Eks

Desain eksperimen dibuat dengan memvariasikan parameter jumlah pelat, setting PWM, dan konsentrasi elektrolit NaOH masing-masing dalam dua level, seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Desain Eksperimen.

No	Parameter	Level 1	Level 2
1	Jumlah Pelat	6 Pelat	8 Pelat
2	Setting PWM	Non PWM	PWM 20%
3	Konsentrasi Elektrolit NaOH	0,125 M	0,25 M

Berdasarkan desain eksperimen yang telah ditetapkan diatas dapat dibuat *orthogonal array* untuk metode Taguchi yang dapat diuraikan menjadi 4 percobaan, yaitu:

- Percobaan 1 : Jumlah pelat 6, tanpa PWM, Konsentrasi 0,125 M.
- Percobaan 2 : Jumlah pelat 6, setting PWM 20%, Konsentrasi 0,25 M.
- Percobaan 3 : Jumlah pelat 8, Tanpa PWM Konsentrasi 0,25 M.
- Percobaan 4 : Jumlah Pelat 8, setting PWM 20%, Konsentrasi 0,125 M.

Material pelat elektroda ditentukan yaitu stainless steel 316 L dengan dimensi 140x100x1 mm. Ketebalan gasket 4 mm antar pelat. Menurut penelitian Bhardwaj dkk. temperatur optimal dari HHO beroperasi adalah dibawah 70 °C agar HHO tidak bercampur dengan uap air (Bhardwaj *et al.*, 2014). Oleh karena itu diperlukan kontrol temperatur menggunakan thermostat yang terhubung dengan kipas.

Karena adanya faktor korosi maka diperlukan elektrolit yang mampu menghambat laju korosi. Natrium hidroksida (NaOH) atau alkali, dan kalium hidroksida (KOH) adalah pilihan aditif terbaik sebagai katalis. Presentase katalis merupakan parameter utama dalam mengevaluasi arus sel. Presentase konsentrasi dibatasi hingga 28% (berat). Selanjutnya setiap peningkatan konsentrasi menghasilkan penurunan dalam produksi gas (Kady, 2020).

Untuk pemilihan elektrolit lebih diutamakan menggunakan NaOH karena menghasilkan emisi yang lebih sedikit dibandingkan KOH dan NaHCO₃ (Basori, 2018).

Waktu elektrolisis yang terlalu lama dan *density* elektrolit yang semakin tinggi akan menghasilkan *thermal*. Sebanding dengan kenaikan temperatur, aliran arus melalui elektrolisis juga meningkat. Jika arus terus meningkat maka elektroliser akan menjadi kering, dan hal ini disebut *thermal runaway* (Basori, 2018). Untuk menghindari hal ini maka digunakanlah *Pulse Width Modulator* (PWM).

PWM menghasilkan gelombang persegi dengan variabel pada pulsa rasio off, variasi Periode *ON to OFF* adalah dari 0 hingga 100%. Melalui variabel ini untuk mematikan periode catu daya yang diterapkan pada sel generator HHO elektroda karena PWM menghindari efek landasan pacu termal pada elektrolisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab 3 ini akan menjelaskan persentase publikasi di bidang HHO selama sepuluh tahun terakhir. Sedangkan saran yang relevan dalam pemilihan jurnal diperoleh melalui Indeks InOrdinatio Dari jurnal yang telah terpilih tersebut, didapatkan data mengenai parameter desain. Selanjutnya metode Taguchi akan mengolah data agar dapat menentukan parameter yang paling berpengaruh terhadap kinerja HHO.

3.1 Analisis Bibliometrik

Kata kunci yang digunakan dalam pencarian jurnal pada Publish or Perish ditentukan menggunakan operator boolean yaitu (“HHO” OR “Hydroxy” OR “Brown gas”) AND (“electrolyzer” OR “dry cell” OR “wet cell”). Jumlah keseluruhan jurnal yang ditemukan pada Publish or Perish dengan Scopus sebagai *database* adalah 117 jurnal.

Setelah melakukan prosedur penyaringan jurnal seperti pada Tabel 2, maka didapatkan 30 jurnal yang akan membantu dalam penelitian lebih lanjut. Daftar jurnal kemudian diranking berdasarkan indeks InOrdinatio dengan nilai $\alpha=10$ seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pencarian Publish or Perish.

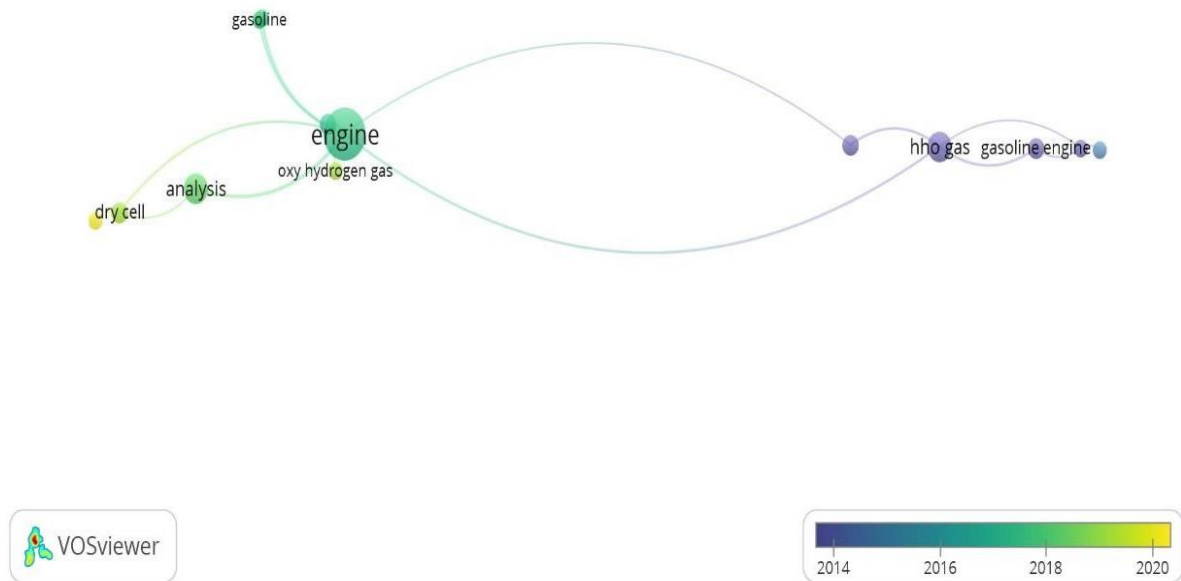
Prosedur Penyaringan	Jumlah Jurnal	Sisa Jurnal
Total pencarian Scopus	117	
Duplikasi	1	116
Selain artikel	21	95
Terbit sebelum 2010	40	65
InOrdinatio<72	35	30

Data jurnal yang terpilih disimpan dalam bentuk RIS dan dilakukan analisa *co-occurrence* menggunakan VOSviewer. Untuk keterkaitan tulisan dan tren riset tiap tahun kita dapat melihat peta bibliometriknya seperti Gambar 3. Penelitian terbaru di bidang HHO adalah mengenai *dry cell, production, analysis, dan oxy-hydrogen gas*.

Tabel 3. Rangking jurnal berdasarkan Indeks InOrdinatio.

Rangking	Judul Artikel	IF	Tahun Publikasi	$\sum Ci$	InOrdinatio
1	<i>Experimental comparison of pure hydrogen and HHO (hydroxy) enriched biodiesel (B10) fuel in a commercial diesel engine</i> (Rajaram, 2014).	1,141	2016	51	111,0011
2	<i>Using HHO (Hydroxy) and hydrogen enriched castor oil biodiesel in compression ignition engine</i> (Ozcanli, 2017).	1,141	2017	39	109,0011
3	<i>Use of gasoline, LPG and LPG-HHO blend in SI engine: A comparative performance for emission control and sustainable environment</i> (Usman, 2020).	0,403	2020	9	109,0004
4	<i>HHO enrichment of bio-diesohol fuel blends in a single cylinder diesel engine</i> (Baltacioglu, 2019).	1,141	2019	16	106,0011
5	<i>Fuzzy self-adaptive PID control technique for driving HHO dry cell systems</i> (C. Conker, 2020)..	1,141	2020	6	106,0011
6	<i>Performance & emission analysis of HHO enriched dual-fuelled diesel engine with artificial neural network prediction approaches</i> (Kenanoğlu, 2020).	1,141	2020	3	103,0011
7	<i>Effect of HHO gas enrichment on performance and emissions of a diesel engine fueled by biodiesel blend with kerosene additive</i> (Gad, 2020).	1,797	2020	2	102,0018

8	<i>Evaluation of vibration characteristics of a hydroxyl (HHO) gas generator installed diesel engine fuelled with different diesel-biodiesel blends (Uludamar, 2017).</i>	1,141	2017	32	102,0011
9	<i>Analysis of onsite HHO gas generation system (Subramanian, 2020a).</i>	1,141	2020	2	102,0011
10	<i>An experimental investigation of the impact of added HHO gas on automotive emissions under idle conditions (Jakliński, 2020).</i>	1,141	2020	2	102,0011
11	<i>An investigation of the efficiency of using O₂ and H₂ (hydroxile gas -HHO) gas additives in a CI engine operating on diesel fuel and biodiesel (Rimkus, 2018).</i>	2,166	2018	21	101,0022
12	<i>Parametric study and experimental investigation of hydroxy (HHO) production using dry cell (Kady, 2020)</i>	1,797	2020	0	100,0018
13	<i>Experimental investigations on performance, emission and combustion characteristics of Diesel-Hydrogen and Diesel-HHO gas in a Dual fuel CI engine (Subramanian, 2020b).</i>	1,141	2020	0	100,0011
14	<i>Novel hybrid system of pulsed HHO generator/TEG waste heat recovery for CO reduction of a gasoline engine (Salek, 2020).</i>	1,141	2020	0	100,0011
15	<i>Analysis of combustion and nox formation in a spark ignition (si) engine fueled with hydrogenhydrogen oxygen (hho) enriched biogas (Uludamar et al., 2020).</i>	0,322	2020	0	100,0003
16	<i>Effect of brown gas (Hho) converter design on the production of hydrogen and oxygen gas using water electrolysis method (Alkbir, 2020).</i>	0,129	2020	0	100,0001
17	<i>Evaluating combustion , performance and emission characteristics of diesel engine using karanja oil methyl ester biodiesel blends enriched with HHO gas (Thangaraj & Govindan, 2018).</i>	1,141	2018	19	99,00114
18	<i>A novel fuzzy logic based safe operation oriented control technique for driving HHO dry cell systems based on PWM duty cycle (Ç. Conker, 2019).</i>	1,141	2019	9	99,00114
19	<i>Performance of hybrid compression ignition engine using hydroxy (HHO) from dry cell (Ismail, 2018).</i>	2,924	2018	18	98,00292
20	<i>Enabling efficient use of oxy-hydrogen gas (HHO) in selected engineering applications; transportation and sustainable power generation (Tamer Nabil & Khairat Dawood, 2019).</i>	1,886	2019	8	98,00189
21	<i>Effect of hydroxy (HHO) gas addition on gasoline engine performance and emissions (El-Kassaby, 2016).</i>	0,576	2016	37	97,00058
22	<i>Modelling and simulation of electrochemical analysis of hybrid spark-ignition engine using hydroxy (HHO) dry cell (Ismail, 2019).</i>	2,924	2019	2	92,00292
23	<i>Efficient Use of Oxy-hydrogen Gas (HHO) in Vehicle Engines (T Nabil, 2019a).</i>	0,177	2019	1	91,00018
24	<i>Effect of anodes-cathodes inter-distances of HHO fuel cell on gasoline engine performance operating by a blend of HHO (A. Al-Rousan, 2018).</i>	1,141	2018	10	90,00114
25	<i>Optimization of a closed-loop HHO production system for vehicles and houses (Choodum, 2019).</i>	0,47	2019	0	90,00047
26	<i>Effects of HHO Particulate Morphology from Diesel Engine Fueled with Bio-Diesel (Liu, 2019).</i>	0,124	2019	0	90,00012
27	<i>Green transportation: Increasing fuel consumption efficiency through HHO gas injection in diesel vehicles (A A Al-Rousan, 2018).</i>	0,274	2018	4	84,00027
28	<i>CI engine performance analysis in dual fuel mode with hho gas induction (Manu, 2018)</i>	0,293	2018	0	80,00029
29	<i>Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines (Yilmaz, 2010).</i>	1,141	2010	79	79,00114
30	<i>The efficiency improvement by combining HHO gas, coal and oil in boiler for electricity generation (Wang, 2017).</i>	0,635	2017	5	75,00064



Gambar 3. Peta bibliometrik co-occurrence

3.2 Analisis Parameter dengan Metode Taguchi

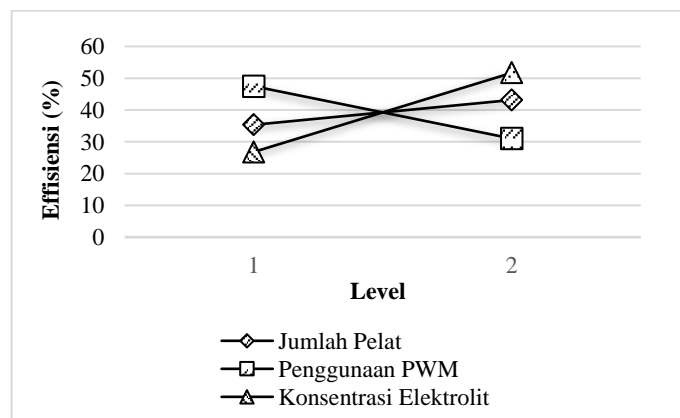
Terdapat 4 jurnal pada Tabel 3 yang berkaitan dengan *performance analysis*, dimana data dalam jurnal tersebut akan digunakan untuk perhitungan metode Taguchi. Parameter yang diteliti dalam empat jurnal tersebut yaitu variasi jumlah pelat (Kady, 2020), variasi arus dan tegangan (Subramanian, 2020a), variasi PWM *duty cycle* (Ç. Conker, 2019), dan variasi konsentrasi elektrolit (T Nabil, 2019b).

Jumlah pelat, konsentrasi elektrolit, dan penggunaan PWM merupakan parameter yang akan dibuat bervariasi untuk mengetahui mana yang paling berpengaruh terhadap generator HHO *dry cell*.

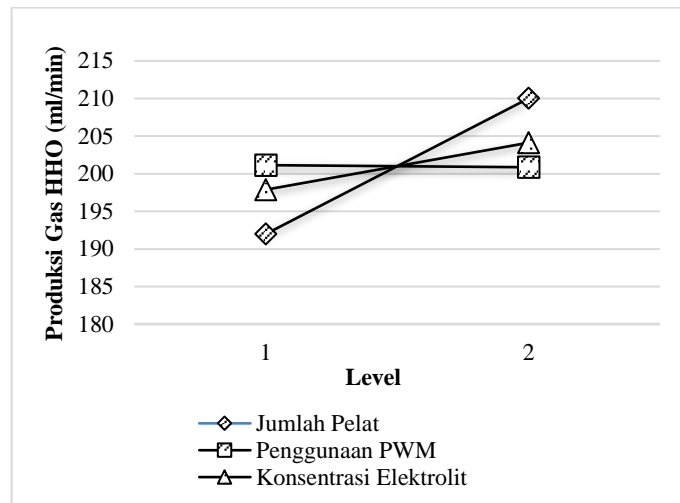
Data dari jurnal dilakukan interpolasi, dan dimasukkan ke dalam persamaan yang telah ada, lalu disajikan dalam bentuk Tabel 4 untuk dilakukan perhitungan parameter yang paling signifikan menggunakan metode Taguchi.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Efisiensi, Jumlah Produksi Gas, dan Temperatur.

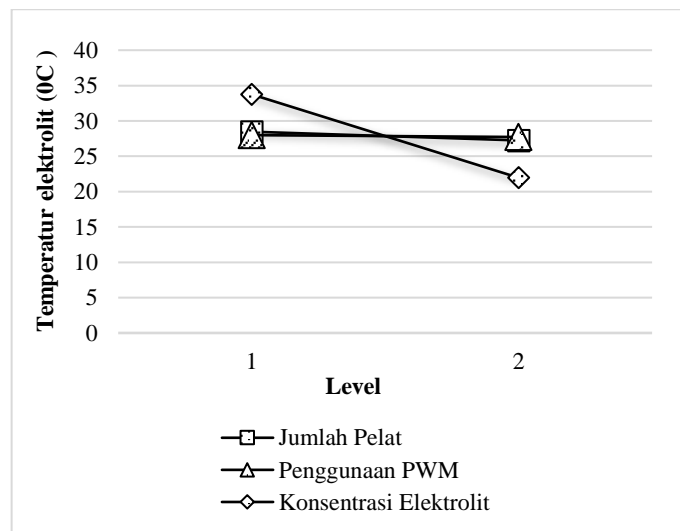
Run	Factor			Molarity (M)	Voltage (V)	average Ampere (A)	average efisiensi (%)	Average gas production (ml/min)	average temperatur (°C)
	1	2	3						
1	1	1	1	0,125	12	4,05	31,12	189	34,5
2	1	2	2	0,25	12	4,25	39,55	194,968421	22,44549296
3	2	1	2	0,25	12	3,95	63,82	213,278947	21,47373239
4	2	2	1	0,125	12	3,75	22,46	206,75	33



Gambar 4. Grafik Mean Response untuk Efisiensi Generator



Gambar 5. Grafik Mean Response untuk Jumlah Produksi Gas



Gambar 6. Grafik Mean Response untuk Temperatur Elektrolit.

Dari perhitungan *mean response* untuk efisiensi generator pada Gambar 4, menunjukkan bahwa parameter jumlah pelat saat divariasikan dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap kenaikan efisiensi generator dengan delta 7,8. Kemudian saat parameter penggunaan PWM diubah dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap penurunan efisiensi generator dengan delta 16,46. Saat parameter jumlah elektrolit diubah dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap kenaikan efisiensi generator dengan delta 24,89.

Dari perhitungan *mean response* untuk produksi gas pada Gambar 5, menunjukkan bahwa parameter jumlah pelat saat divariasikan dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap kenaikan produksi gas dengan delta 18,03. Kemudian saat parameter penggunaan PWM diubah dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap penurunan produksi gas dengan delta 0,28. Saat parameter jumlah elektrolit diubah dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap kenaikan produksi gas dengan delta 6,25.

Dari perhitungan *mean response* untuk temperatur pada Gambar 6, menunjukkan bahwa parameter jumlah pelat saat divariasikan dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap penurunan temperatur dengan delta 1,23. Kemudian saat parameter penggunaan PWM diubah dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap penurunan temperatur dengan delta 0,26. Saat parameter jumlah elektrolit diubah dari level 1 ke level 2 berpengaruh terhadap penurunan temperatur dengan delta 11,79.

4. KESIMPULAN

Studi ini menyajikan perkembangan penelitian di bidang HHO menggunakan *software* Publish or Perish dengan Scopus sebagai *database*. Selama tahun 2010 hingga 2020 terdapat 117 jurnal penelitian mengenai HHO. Methodi Ordinatio dapat digunakan untuk memberikan ranking pada jurnal berdasarkan indeks InOrdinatio (*impact factor*, tahun publikasi, dan jumlah sitasi). Dari hasil Methodi Ordiantio terdapat 30 jurnal yang memiliki indeks InOrdinatio diatas 75. Dari 30 jurnal terpilih, terdapat 4 jurnal yang memiliki relevansi dengan topik

penelitian yaitu analisis parameter desain HHO *dry cell*. Parameter unjuk kerja generator HHO *dry cell* yang telah dilakukan penelitian diantaranya adalah variasi jumlah pelat, jumlah tegangan, arus, dan konsentrasi elektrolit. Selain itu penggunaan PWM dengan memvariasikan *duty cycle* juga pernah dilakukan. Untuk mengetahui parameter mana yang paling signifikan, maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode Taguchi. Parameter yang diuji adalah jumlah pelat, konsentrasi elektrolit, dan penggunaan PWM. Masing-masing parameter dibuat dalam dua level. Maka didapat kesimpulan yaitu parameter konsentrasi elektrolit adalah yang paling berpengaruh terhadap kenaikan efisiensi generator dan penurunan temperatur generator. Semakin tinggi konsentrasi maka efisiensi akan naik dan temperatur operasi akan semakin turun. Sedangkan jumlah pelat adalah parameter yang paling berpengaruh terhadap jumlah gas, semakin banyak pelat maka jumlah gas HHO akan semakin banyak. Penambahan PWM pada generator tidak terlalu signifikan dalam menurunkan temperatur operasi generator.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada keluarga yang telah mendukung. Terimakasih kepada Dr.Eng.Deni Shidqi Khaerudini yang telah membimbing hingga jurnal ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Rousan, A. (2018). Effect of anodes-cathodes inter-distances of HHO fuel cell on gasoline engine performance operating by a blend of HHO. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(41), 19213–19221. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.08.118>
- Al-Rousan, A.A. (2018). Green transportation: Increasing fuel consumption efficiency through HHO gas injection in diesel vehicles. *International Journal of Global Warming*, 14(3), 372–384. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2018.090401>
- Al-Rousan, Ammar A. (2010). Reduction of fuel consumption in gasoline engines by introducing HHO gas into intake manifold. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(23), 12930–12935. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.08.144>
- Alkibir, M. F. M. (2020). Effect of brown gas (Hho) converter design on the production of hydrogen and oxygen gas using water electrolysis method. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(6), 1814–1823. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12I2/S20201385>
- Baltacioglu, M. (2019). HHO enrichment of bio-diesohol fuel blends in a single cylinder diesel engine. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(34), 18993–19004. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.060>
- Basori. (2018). Experimental Investigation on Dry Cell Hho Generator With Catalyst. *Journal of Mechanical Engineering and Vocational Education*, 1(1), 1–8.
- Bella, L. (2003). *HHO Dry Cell Kits & Accessories*. <https://labellashho.com/fueledbywater.htm>
- Bhardwaj, S., Verma, A., & Sharma, S. K. (2014). *Effect Of Brown Gas On The Performance Of A Four Stroke Gasoline Engine*.
- Bielaczyc, P., Woodburn, J., Szczotka, A., & Pajdowski, P. (2015). The Impact of Alternative Fuels on Fuel Consumption and Exhaust Emissions of Greenhouse Gases from Vehicles Featuring SI Engines. *Energy Procedia*, 66, 21–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.02.011>
- Boyce, B. (2016). *Additives that Improve Mileage*. <http://www.hho4free.com/additives/additives.html>
- Cameron, R. (2012). *Effects of On-board HHO and Water Injection in a Diesel Generator A dissertation submitted by. October 2012*.
- Chen, H., He, J., Chen, Y., & Hua, H. (2018). Performance of a common rail diesel engine using biodiesel of waste cooking oil and gasoline blend. *Journal of the Energy Institute*, 91(6), 856–866. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joei.2017.10.003>
- Choodum, N. (2019). Optimization of a closed-loop HHO production system for vehicles and houses. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 38(1), 268–277. <https://doi.org/10.1002/ep.12909>
- Conker, C. (2020). Fuzzy self-adaptive PID control technique for driving HHO dry cell systems. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(49), 26059–26069. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.01.136>
- Conker, Ç. (2019). A novel fuzzy logic based safe operation oriented control technique for driving HHO dry cell systems based on PWM duty cycle. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(20), 9718–9725. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.10.243>
- El-Kassaby, M. (2016). Effect of hydroxy (HHO) gas addition on gasoline engine performance and emissions. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.10.016>
- Gad, M. S. (2020). Effect of HHO gas enrichment on performance and emissions of a diesel engine fueled by biodiesel blend with kerosene additive. *Fuel*, 280. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118632>
- Grimes, D. R., Bauch, C. T., & Ioannidis, J. P. A. (2018). Modelling science trustworthiness under publish or perish pressure. *Royal Society Open Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1098/rsos.171511>
- Höök, M., & Tang, X. (2013). Depletion of fossil fuels and anthropogenic climate change—A review. *Energy*

- Policy*, 52, 797–809. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.046>
- Ismail, T. (2018). Performance of hybrid compression ignition engine using hydroxy (HHO) from dry cell. *Energy Conversion and Management*, 155, 287–300. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.10.076>
- Ismail, T. (2019). Modelling and simulation of electrochemical analysis of hybrid spark-ignition engine using hydroxy (HHO) dry cell. *Energy Conversion and Management*, 181, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.11.067>
- Jakliński, P. (2020). An experimental investigation of the impact of added HHO gas on automotive emissions under idle conditions. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(23), 13119–13128. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.02.225>
- Jamil, M., & Ng, E. Y. K. (2013). Ranking of parameters in bioheat transfer using Taguchi analysis. *International Journal of Thermal Sciences*, 63, 15–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2012.07.002>
- Kady, M. A. El. (2020). Parametric study and experimental investigation of hydroxy (HHO) production using dry cell. *Fuel*, 282. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118825>
- Karagoz, Y. (2018). Effect of Hydrogen Addition At Different Levels on Emissions. *Journal of Thermal Engineering*, 4(2), 1780–1790.
- Kenanoğlu, R. (2020). Performance & emission analysis of HHO enriched dual-fuelled diesel engine with artificial neural network prediction approaches. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(49), 26357–26369. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.02.108>
- Kusuma, A. P. (2017). *Pendingin Thermoelectric Pada Generator*.
- Kusumaningsih, H., Hamidi, N., & Prayitno, E. (2016). *Pengaruh Penambahan Pelat Terhadap Produksi Brown ' S Gas Pada Generator Hho Tipe Dry Cell*. *Snttm Xv*, 5–6.
- Li, L., Ge, Y., Wang, M., Li, J., Peng, Z., Song, Y., & Zhang, L. (2015). Effect of gasoline/methanol blends on motorcycle emissions: Exhaust and evaporative emissions. *Atmospheric Environment*, 102, 79–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.11.044>
- Liu, S. (2019). Effects of HHO Particulate Morphology from Diesel Engine Fueled with Bio-Diesel. *Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series C/Chung-Kuo Chi Hsueh Kung Ch'eng Hsuebo Pao*, 40(5), 461–469. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=85091060201&origin=inward>
- Manu, P. (2018). CI engine performance analysis in dual fuel mode with hho gas induction. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(9), 1156–1172. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=85054994323&origin=inward>
- Martins, F., Felgueiras, C., Smitkova, M., & Caetano, N. (2019). Analysis of fossil fuel energy consumption and environmental impacts in european countries. *Energies*, 12(6), 1–11. <https://doi.org/10.3390/en12060964>
- Nabil, T. (2019a). Efficient Use of Oxy-hydrogen Gas (HHO) in Vehicle Engines. *Journal Europeen Des Systemes Automatises*, 52(1), 87–96. <https://doi.org/10.18280/jesa.520112>
- Nabil, T. (2019b). Enabling efficient use of oxy-hydrogen gas (HHO) in selected engineering applications; transportation and sustainable power generation. *Journal of Cleaner Production*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117798>
- Nabil, Tamer, & Khairat Dawood, M. M. (2019). Enabling efficient use of oxy-hydrogen gas (HHO) in selected engineering applications; transportation and sustainable power generation. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117798. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117798>
- Niculescu, R., Clenci, A., & Iorga-Siman, V. (2019). Review on the use of diesel-biodiesel-alcohol blends in compression ignition engines. *Energies*, 12(7), 1–41. <https://doi.org/10.3390/en12071194>
- Ozcanli, M. (2017). Using HHO (Hydroxy) and hydrogen enriched castor oil biodiesel in compression ignition engine. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(36), 23366–23372. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.01.091>
- Öztürk, S., Sözdemir, A., & Ülger, Ö. (2013). The real crisis waiting for the world: Oil problem and energy security. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(SPECIAL ISSUE), 74–79.
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2015). Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105(3), 2109–2135. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>
- Parnianifard, A., Azfanizam, A. S., Ariffin, M. K. A., & Ismail, M. I. S. (2017). Robust Product Design : A Modern View of Quality Engineering in Manufacturing Systems. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, 4(12), 3220–3225. <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS201807.0517.V1>
- Pozio, A., & Tosti, S. (2013). Palladium-based hollow cathode electrolyzers for hydrogen production. *Handbook of Membrane Reactors*, 2, 607–632. <https://doi.org/10.1533/9780857097347.3.607>
- Rajaram, P. S. (2014). Effectiveness of oxygen enriched hydrogen-hho gas addition on direct injection diesel engine performance, emission and combustion characteristics. *Thermal Science*, 18(1), 259–268. <https://doi.org/10.2298/TSCI121014078P>
- RC Flange. (1988). Internal Engines. *AirPollution*88, 226–289.

- <http://resolver.caltech.edu/CaltechBOOK:1988.001>
- Rimkus, A. (2018). An investigation of the efficiency of using O_2 and H_2 (hydroxile gas -HHO) gas additives in a CI engine operating on diesel fuel and biodiesel. *Energy*, 152, 640–651. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.087>
- Roihatin, A. (2015). *Analisis Produktivitas Gas Hho Menggunakan Elektroliser Tipe Wet Cell Dengan Variasi Luas Penampang Dan Konsentrasi Koh*. 1974, 133–138.
- Salek, F. (2020). Novel hybrid system of pulsed HHO generator/TEG waste heat recovery for CO reduction of a gasoline engine. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(43), 23576–23586. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.06.075>
- Solis, B. P., Argüello, J. C. C., Barba, L. G., Gurrola, M. P., Zarhri, Z., & TrejoArroyo, D. L. (2019). Bibliometric analysis of the mass transport in a gas diffusion layer in PEM fuel cells. *Sustainability (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236682>
- Subramanian, B. (2020a). Analysis of onsite HHO gas generation system. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(28), 14218–14231. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.03.159>
- Subramanian, B. (2020b). Experimental investigations on performance, emission and combustion characteristics of Diesel-Hydrogen and Diesel-HHO gas in a Dual fuel CI engine. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(46), 25479–25492. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.06.280>
- Sudirman. (2008). *Hemat BBM dengan Air*.
- T.B, A., Atul, K. P., Muraleedharan, A., Walton, P., Bijinraj, P. B., & Raj, A. (2019). A review on analysis of HHO gas in IC engines. *Materials Today: Proceedings*, 11, 1117–1129. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.12.046>
- Thangaraj, S., & Govindan, N. (2018). ScienceDirect Evaluating combustion , performance and emission characteristics of diesel engine using karanja oil methyl ester biodiesel blends enriched with HHO gas. *International Journal of Hydrogen Energy*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.02.036>
- Tupan. (2016). Perkembangan Hasil Penelitian Bidang Pertanian Di Indonesia. *Visi Pustaka*, 18(3), 217–230.
- Uludamar, E. (2017). Evaluation of vibration characteristics of a hydroxyl (HHO) gas generator installed diesel engine fuelled with different diesel–biodiesel blends. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(36), 23352–23360. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.01.192>
- Uludamar, E., El-Kassaby, M. M., Eldrainy, Y. A., Khidr, M. E., Khidr, K. I., Nabil, T., Musmar, S., Manu, P., Rimkus, A., Kuracina, M., Conker, Ç., Rajasekaran, T., Alkbir, M. F. M., Gad, M. S., Liu, S., Subramanian, B., Salek, F., Kady, M. A. El, Al-Rousan, A. A., ... Al-Rousan, A. A. (2020). Analysis of combustion and nox formation in a spark ignition (si) engine fueled with hydrogenhydrogen oxygen (hho) enriched biogas. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(1), 268–277. <https://doi.org/10.2298/TSCI121014078P>
- Universiti Kebangsaan Malaysia. (2013). *Using Scopus as a Research and Publishing Tool Scopus at a glance*.
- Usman, M. (2020). Use of gasoline, LPG and LPG-HHO blend in SI engine: A comparative performance for emission control and sustainable environment. *Processes*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/pr8010074>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wang, C. N. (2017). The efficiency improvement by combining HHO gas, coal and oil in boiler for electricity generation. *Energies*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/en10020251>
- Watany, M. (2015). Variability in Vehicle' Exhaust Emissions and Fuel Consumption in Urban Driving Pattern. *American Journal of Vehicle Design*, 3(1), 31–38. <https://doi.org/10.12691/ajvd-3-1-5>
- Yilmaz, A. (2010). Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(20), 11366–11372. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.07.040>