

Produksi Gas HHO melalui Perubahan Polaritas Sumber Listrik DC

Jani F. Mandala¹, Verdy A. Koehuan^{2*}, dan Matheus M. Dwinanto²

¹) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

²⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: verdy.koehuan@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Salah satu bentuk energi yang disubstitusikan adalah produksi gas HHO sebagai zero polutan dengan sumber baku utama air untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin pembakaran dalam. Terdapat beberapa metode untuk menghasilkan gas HHO, salah satunya diperlukan reaktor HHO yang berisi *cell* dari besi anti-karat sebagai elektroda-anoda dan air berupa elektrolizer sebagai katalis produk gas HHO sebagai akibat *trigger* sumber listrik DC. Prinsip kerja ini mendasari untuk memodifikasi produksi gas HHO dengan eksperimen material-material dari *chassis* elektrik dengan kandungan besi anti-karat dan diberi perlakuan *PWM 50 herz dutycycle 50* dengan rentang waktu 1 menit hingga terjadi perubahan polaritas sumber DC. Hasil eksperimen menunjukkan rancangan reaktor dengan jumlah plat 13 buah, bekerja pada tegangan 12 volt dan arus 10 ampere dikoneksikan pada plat besi anti-karat sebagai anoda-katoda dan penggunaan elektrolizer (NaHCO_3) dapat menghasilkan gas HHO sebanyak 0,151 liter. Hasil gas HHO melalui perlakuan perubahan polaritas dengan waktu rerata 2,42 menit dan efisiensi 10,148% sedangkan tanpa perlakuan perubahan polaritas, waktu rerata 2,39 menit dan efisiensi 10,219%.

ABSTRACT

One form of substituted energy is the production of HHO gas as a zero pollutant with the main raw source being water for use as fuel for internal combustion engines. There are several methods to produce HHO gas, one of which requires an HHO reactor which contains cells made of stainless steel as electrodes and water in the form of an electrolyzer as a catalyst for producing HHO gas as a result of triggering a DC power source. This working principle underlies the modification of HHO gas production by experimenting with materials from an electric chassis containing stainless steel and treated with PWM 50 herz dutycycle 50 with a time span of 1 minute until a change in the polarity of the DC source occurs. The experimental results show that the reactor design with 13 plates, working at a voltage of 12 volts and a current of 10 amperes is connected to a stainless steel plate as an anode-cathode and the use of an electrolyzer (NaHCO_3) can produce 0.151 liters of HHO gas. The results of HHO gas through polarity change treatment with an average time of 2.42 minutes and an efficiency of 10.148% while without polarity change treatment, an average time of 2.39 minutes and an efficiency of 10.219%.

Keywords: gas HHO, hydrogen hydrogen oxygen, polarity, electrolyzer

PENDAHULUAN

Berkurangnya bahan bakar minyak (fosil) sebagai sumber energi, mengakibatkan kecemasan global di abad ini. Berbagai solusi atau gagasan telah ditawarkan sebagai energi alternatif, salah satunya penggunaan sumber energi air sebagai sumber daya alami yang dapat diperbaharui [1][2]. Selain hal ini, air merupakan bahan dasar yang tidak menghasilkan gas yang berdampak bagi kelangsungan hidup seperti: karbon dioksida

(CO_2), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), dan hidrokarbon (HC).

Penggunaan air sebagai sumber energi ini, melalui proses elektrolisis dengan menggunakan elektroda yang dialiri sumber listrik DC untuk menghasilkan atau memisahkan atom hidrogen (H_2) dan atom oksigen (O_2) menjadi Hidrogen Hidrogen Oksigen (HHO) dengan kandungan kalor yang tinggi, hasil inilah yang digunakan dalam proses pembakar motor bakar dalam (*internal combustion engine*) [3].

Dari permasalahan ini sangat menarik untuk diteliti dengan modifikasi proses penghasilan gas, tetapi tidak secara ekstrim pada bagian mesin atau sistem pembakaran. Metodenya secara eksperimen dengan cara penggunaan plat pada *chassis* perangkat elektronik-listrik atau material yang mengandung konduktansi dipadukan dengan menggunakan perubahan polaritas sumber DC untuk produk gas HHO dengan beberapa katalis yang disubstitusikan dengan bahan bakar minyak (fossil).

Dalam proses ini sumber listrik DC yang diberikan secara kontinyu tetapi dalam beberapa menit polaritas sumber listrik DC diubah atau dibalik dari positif menjadi negatif atau sebaliknya [4]. Proses ini akan diamati perbedaan produksi gas dengan polaritas tetap dan polaritas dinamis.

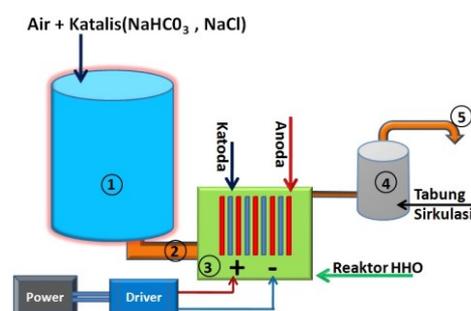
Model kombinasi HHO dengan beberapa material bahan bakar telah diteliti oleh beberapa peneliti, diantaranya oleh Wang, dkk., [5]. Menurut mereka, kombinasi HHO dengan batubara dan minyak pada pembangkit listrik sebagai bahan bakar cukup efisiensi dan dapat mereduksi emisi gas. Demikian juga Mohamed, dkk [2] yang meneliti tentang dampak dari penambahan gas hidroksi (HHO) pada kinerja mesin bensin dan emisinya sangat rendah. Riset dari mereka, lebih ditekankan pada desain sel HHO baik jumlah plat, jarak pelat dan rekomendasi katalis KOH dengan efisiensi termal sebesar 10%.

METODE PENELITIAN

Untuk mendekati pada capaian yang diinginkan, maka eksperimen merupakan prinsip dasar untuk mengetahui hasil. Dalam penelitian ini, eksperimen ditekankan pada volume gas yang dihasilkan dalam rentang waktu beberapa menit atau detik dengan cara polaritas sumber DC diubah-ubah dengan *timer555*.

Proses ini meliputi beberapa tahapan yang tergambar pada Gambar-1. Sistemnya meliputi sumber tegangan DC ± 12 volt dan

arus ± 10 ampere. Sumber (power) akan menyuplai ke Driver yang terdiri dari dua bagian rangkaian; *PWM* dan saklar perubah polaritas sumber listrik DC. Pada bagian driver akan menghasilkan gelombang *PWM* dalam satuan hertz, demikian juga saklar sebagai pengatur atau peubah polaritas sumber DC dan dapat diubah dalam beberapa menit. Luarannya sumber dari driver, ditempatkan pada reaktor HHO (no. 3).



Gambar 1. Diagram Sistem

Reaktor HHO terdiri dari lapisan plat galvanis dengan lebar 9 cm dan panjang 14 cm serta tebal $\frac{1}{2}$ ml. komposisi pada plat sebanyak 13 buah yang terdiri dari 7 buah plat positif (anoda) dan 6 plat negatif (katoda) atau sebaliknya (dilihat saat polaritas berubah-ubah). Tata letak plat diantaranya disangga dengan gasket dari karet dengan spasi $\frac{1}{2}$ ml.

Dalam reaktor HHO (no. 3 pada Gambar 1) terisi katalis atau elektrolit dari reservoir (no. 1), katalis ini terdiri dari air dan Soda Kue (NaHCO₃). Reaktor HHO mengalami perlakuan sumber listrik DC dari *Driver* berupa gelombang PWM yang berubah-ubah polaritasnya dari *Timer555*. Luaran gas HHO ditempatkan pada tabung sirkulasi (no. 4) yang menjamin gas tetap dalam suhu yang cukup dalam rentang waktu tertentu.

Luaran gas pada tabung sirkulasi (no. 4) ditempatkan bahan bakar bensin (no. 5) tetapi tahap ini bersifat optional. Bahan bakar ensin ini mengalami sirkulasi dengan gas HHO, jadi proses ini hanya memanfaatkan penguapan dalam ukuran waktu. Selanjutnya gas yang telah tersubstitusi ini disalurkan pada bagian *manifold* mesin pembakaran dalam.

Reaktor HHO

Pada reaktor HHO sebagai penghasil gas hidrogen melalui proses elektrolisis. Proses HHO dengan reaktor menurut Supandi, dkk. [6] terdapat dua tipe yakni; tipe *Dry cell* dan tipe *Wet cell*. Reaktor tipe *dry* saat proses elektrolisis terdapat ion positif pada katoda akan terikat pada elektron dan mengeluarkan ion H₂ dan pada bagian ion negatif secara dinamis menuju anoda yang menghasilkan pelepasan elektron bermuatan ion O₂. Proses ini hanya terjadi pada arela yang berisi katalis (*cell*). Sedangkan proses tipe *wet cell* seluruh tubuh anoda dan katoda ditempatkan dalam media air+katalis. Proses kerja HHO dibuktikan oleh Browns's yang selanjutnya dinamakan Bown's Gas dan digunakan oleh Supardi dkk. [6] dan Salek, dkk. [2]. Lebih lanjut gas HHO dilakukan pengujian [3] dengan motor bensin, menunjukkan terjadi pertambahan kekuatan (torsi) putaran mesin dengan konsumsi bahan bakar yang direduksi sebesar 36.44%.



Gambar 2. Reaktor HHO

Bentuk reaktor berupa persegi panjang dengan plat galvanis dan beberapa plat campuran sebagai anoda dan katoda, di pisahkan dengan plat netral yang terbuat dari aluminium campuran. Reaktor tipe *dry cell* (kering) tersusun sejajar dan dipres dengan media baut ulir sehingga kompresi gas tidak mengalami rembesan atau kebocoran (Gambar 2).

Setiap plat ditempatkan karet, sehingga spasi setiap plat baik anoda, katoda dan netral berjarak ± 1,5mm. Pada posisi awal dan akhir plat diletakan papan kayu berlapis plat aluminium, tujuannya untuk terhindar dari

konduksi arus listrik. Reaktor ini di dalamnya terdapat elektroda dan larutan elektrolizir yang terdiri dari air + soda dapur atau *Natrium Bikarbonat* (NaHCO₃).

Seperti yang telah disebutkan di atas, bagi para peneliti pada gas HHO sangat dipengaruhi oleh tiga (3) faktor elektrolizir; luas penampang elektroda, kuat arus, jarak elektroda, dan larutan elektrolit.

Elektrolizer

Elektrolizer sebagai pemicu adanya gas HHO dari penguraian air menjadi atom hidrogen dan atom oksigen yang kemudian dikenal dengan sebutan gas HHO (*Hydrogen Hydrogen Oxygen*). Komponen elektrolizer seperti pada Gambar 1 berupa plat-plat yang tersusun sejajar membentuk cell-cell. Didalam cell inilah terjadi sirkulasi elektrolizer.

Pada elektrolizer ini dapat digunakan, NaCl atau dengan soda kue atau *Natrium Bikarbonat* (NaHCO₃). Berdasarkan ketersediaan dan terjangkau, maka pertimbangan percobaan ini digunakan Natrium Bikarbonat (NaHCO₃) seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Reservoir Tabung dan Katalis

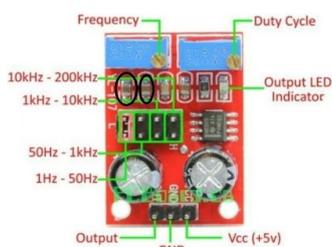
Penggunaan NaHCO₃ dibuktikan oleh Sopandi dkk., sebagai pengukuran produksi gas HHO dengan menggunakan ketebalan plat elektroda 1,2 mm dan katalisnya NaHCO₃ menghasilkan HHO dalam rentang waktu 25 menit sebesar 440ml [6].

Driver

Pada bagian reaktor mendapatkan catu daya listrik DC sebesar 12Volt dengan arus 10 amper. Arus ini mengalai perubahan polaritas

selama 3 atau 4 menit. Pemilihan rentang waktu ini, diasari oleh perubahan muatan ion pada cell reaktor akibat arus DC, dalam 1 menit mengalami perubahan yang maksimal.

Oleh karena itu pemberian arus berupa *PWM* dalam 1 @ 2 menit sudah terjadi perubahan ion yang merata pada elektroda anoda dan katoda. Pada waktu 1 menit polaritas di ubah menggunakan *timer* (555) Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Timer 555



Gambar 5. PWM-Timer dan PowerSupply

Driver (Rangkaian Elektronik)

Rangkaian *PWM* digunakan model pembangkit pulsa atau frekwensi dari modul ZK-PP1K (Gambar 5) yang dapat diatur frekwensinya dari 1 Hz sampai 150 KHz sedangkan rangkai pendetak terhadap H-Bridge untuk peubah polaritas sumber DC digunakan modul *timer* 555 yang dapat bekerja dari 1 Hz sampai 200 KHz.

Pada modul ini dilakukan *short* pada pin out dengan tegangan (Vcc) sehingga satu out = 1 maka pin tegangan tidak menyuplai dan saat pin out = 0 maka pin tegangan (Vcc) menyuplai sumber. Rangkaian ini dapat berfungsi sebagai *double* pendetak atau 0n-off dengan pengaturan tambahan resistansi

sebesar 1M ohm. Keluaran dari modul ini yang dikoneksikan dengan *H-Bridge* yang dibangun dari IRF-Z-44 mosfet dengan spesifikasi V= 60 volt dan arus dapat *dihandle* sampai 40 ampere.

Untuk kasus ini, suplay daya DC untuk rangkaian *driver* digunakan catu daya 5 volt ± 450 mili-ampere.

Parameter Pengujian

Proses produksi gas HHO tidak terlepas dari *trigger* sumber daya DC. Jika sumber arus DC bekerja, dikarena adanya faktor resistansi beban atau RL. Faktor beban ini dapat didekati dengan ; $P = V \times I$.

Perubahan polaritas setiap 1 @ 2 menit ini, akan diukur laju produksi (*flowrate*). Ukuran ini dengan pendekatan rumusan yang digunakan [1,2,4,5].

$$m = (Q \times \rho_{HHO}) \dots \dots \dots (1)$$

dimana ;
 m= laju produksi gas (kg/s)
 Q= debit gas (m³/s)
 ρ_{HHO} = masa jenis HHO (kg/m³) atau 0.4911167 kg/m³

Untuk mendapatkan nilai Q sebagai banyaknya gas dilakukan dengan pendekatan pengukuran dengan menggunakan plastik.

$$Q = V/t \dots \dots \dots (2)$$

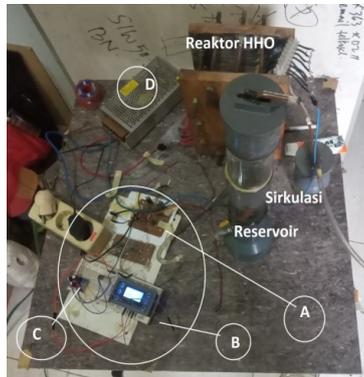
dimana ;
 V = Hasil laju gas(lt)
 t = waktu produksi gas(s)

Efisiensi reaktor HHO [4,5] saat produksi, dilihat saat penggunaan daya listrik yang dapat dihitung dengan ;

$$\eta = \frac{\Delta h \times n}{V \times I} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

dimana ;
 η =efisiensi HHO (%)
 Δh = energi enthalpi yang dihasilkan (J/mol)
 n = mol perwaktu (m/s)
 V = tegangan(V)
 I = arus

Dan pengujian akhir ini, ditekankan pada produktifitas gas saat diberikan perubahan polaritas dan tidak diberikan perubahan polaritas.



Gambar 6. Rancangan Reaktor HHO

Rancangan Reaktor dan Elektronika

Pada Gambar 6 bagian-A sebagai *H-Bridge* yang menerima pulsa polaritas dari rangkaian timer-555 (bagian-C) dengan Transistor 2n3904 yang di kopel pada *Gate* IRF-Z44. Peubah polaritas hanya mampu bekerja dari 0 sd 1 menit, 4 detik. Selanjutnya V_{cc} *H-Bridge* mendapatkan pulsa 50Hz dari *PWM* dengan dutcy cycle 50 (Bagian-B) dikoneksi pada *Gate* IRF-Z44 dan Drain-nya menjadi masukan ke *H-Bridge*. Luaran pada *H-Bridge* ditempatkan pada reaktor HHO.

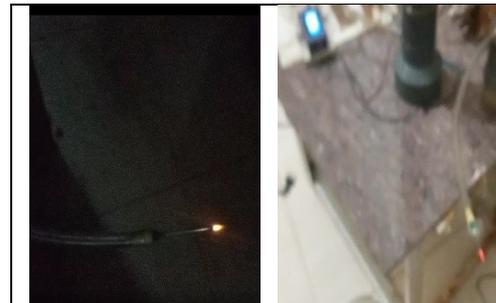
Tabung Reservoir berisi 600ml air dengan soda kue (NaHCO_3), untuk percobaan ini soda kue digunakan sebanyak ± 4 sendok makan atau $\pm 60\text{ml}$. Sedangkan pada tabung sirkulasi berisi air mineral 100ml.



Gambar 7. Katalis-Soda Kue

Kronologis Percobaan

Hasil perocaaan saat power suplay di onkan dibutuhkan waktu 0 -25 detik reaktor beraksi, hal ini dapat dilihat dari selang aliran oksigen dari reaktor dan reservoir. Selanjutnya pada 26 detik sampai 57 detik produksi gas HHO dimulai sampai pada 1 menit 28 detik gas HHO stabil diproduksi.



Gambar 8. Produksi Gas-HHO



Gambar-8 Media Plastik

Kondisi kestabilan gas, dapat diamati pada bagian keluaran dari tabung sirkulasi dengan nyala api yang berangsur membesar dan stabil selama 15 menit.

Pengukuran gas digunakan media plastik transparan dengan $t=12\text{cm}$ dan diameter $r=2\text{cm}$ dengan **volumenya $151\text{cm}^3 = 151\text{ml}$ atau $0,151$ liter**

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian lama waktu produksi gas HHO

Jika daya yang diberikan sebesar $P=120$ watt ($P=12 \times 10$) untuk reaktor HHO dengan

13 plat, maka laju gas untuk memenuhi tabung plastik(silinder) yang di harapkan sebesar **151ml atau 0,151 liter**. Maka waktu ukur rerata produksi gas HHO;

Tabel 1 Tanpa Timer555

No	Waktu(menit)
1	2,41
2	2,44
3	2,51
4	2,46
5	2,21
6	2,32

Tabel 2 Dengan Timer555

No	Waktu(menit)
1	2,44
2	2,56
3	2,15
4	2,43
5	2,51
6	2,45

Efisiensi Produksi Gas HHO

Efisiensi dilihat sebagai perbandingan energi *out* berbanding dengan sejumlah energi *input*. Tujuan dari efisiensi ini, untuk mengetahui seberapa manfaat reaktor bekerja.

Untuk perlu ditetapkan propertis dari gas HHO ;

- Tekanan gas HHO = 1 atm
- Massa jenis gas HHO = 0,491116 kg/m³
- Konstanta gas universal (\bar{R} =0,08206 L.atm/mol.K)
- Δhf = Energi entalpi 285.84 Kj/mol

Untuk mencapai efisiensi, perlu didekati laju produksi gas dengan persamaan-2 untuk masing-masing proses produksi[4] ;

$$Q = V / t = 0,151 / 144,6 = 0,364 \text{ liter/second.}$$

Dengan mengetahui debit gas HHO diatas, maka laju gas HHO dapat ditentukan dengan ;

$$\begin{aligned} m &= Q \times \rho_{\text{HHO}} \\ &= 0,364 \times 0,491116 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,1788 \text{ gr/menit} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan efisiensi dari peramaan-3 maka, langka awal menentukan nilai *n* molaritas.

$$n = (P \times V / R \times t)$$

dimana ;

P = tekanan gas = 1 atom.

V = volume gas terukur (L)

R = konstanta universal (L.atom/mol.K)

T = temperatur (kalvin)

Pada pengukuran pertama lama waktu untuk mencapai 0.151 liter 2,4 detik yang dibawakan dalam detik = 144,6 detik.

$$\eta = \frac{1 \times \left(\frac{0,151}{144,6}\right)}{0,08206 \left(\frac{\text{L. atom}}{\text{mol. K}}\right) \times 298 \text{ K}}$$

$$\eta = 4,270 \times 10^{-5}$$

jadi pada gas HHO membutuhkan energi $\Delta hf \times n$

$$= 285.84 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \times 4,270 \times 10^{-5}$$

$$\Delta hf \times n = 12,0755 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Jadi nilai efisiensi dari reaktor gas HHO ;

$$\eta = \frac{\Delta hf \times n}{(V \times I)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{12,0755 \frac{\text{J}}{\text{s}}}{120 \text{ watt}} \times 100\%$$

$$\eta = 10,1 \%$$

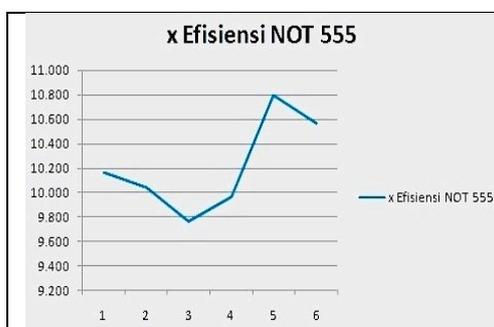
Secara akumulasi dapat dilihat pada Gambar-9 dan Gambar-10.

Efisiensi kedua sistem dengan perlakuan polaritas dan tanpa polaritas memiliki karakteristik serupa. Dan jika dibandingkan dengan penggunaan material yang identik pada beberapa penilit, maka reaktor HHO yang dibangun ini dengan beberapa tipe plat yang berbeda memiliki efisiensi yang rendah.

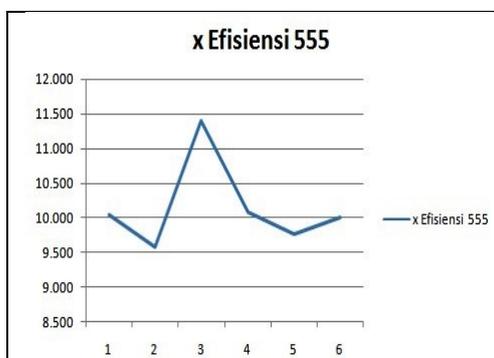
Jika dibaningkan dengan pengamatan nyala api dari 0 detik sampai 15 menit,

menampakan produksi gas HHO menaik seiring dengan bertambah waktu.

Pengukuran dengan plastik transparan dengan volume 0.151 liter menunjukkan pengisian gas HHO nampak memnuhi ruang plastik, sehingga membentuk silinder.



Gambar-9 Efisiensi (η) Tanpa 5555



Gambar-10 Efisiensi (η) 555

KESIMPULAN

- Dari eksperimen ini dapat disimpulkan:
- Saat pertama kali reaktor dihidupkan dibutuhkan durasi 1 menit untuk menghasilkan gas HHO.
 - Sebagai indikator produksi gas HHO di beikan nyala api selama 15 menit dan semakin lama volume nyala api membesar dan stagnan.
 - Pengamatan produksi gas HHO pada platik transparan berbentuk silinder

dengan panjang 12 cm dan $r=2$ mampu menghasilkan 0.151 liter dengan waktu rerata untuk pengukuran tanpa polaritas $x= 2,39$ menit dan dengan polaritas $x= 2.42$ menit.

- Berdasarkan produksi gas, maka diperoleh efisiensi raktor HHO. Efisiensi tanpa polaritas $x= 10,219\%$ dan efisiensi dengan polaritas $x=10,148\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. M. El-Kassaby, Y. A. Eldrainy, M. E. Khidr, and K. I. Khidr, "Effect of hydroxy (HHO) gas addition on gasoline engine performance and emissions," *Alexandria Eng. J.*, vol. 55, no. 1, pp. 243–251, 2016, doi: 10.1016/j.aej.2015.10.016.
- [2]. F. Salek, M. Zamen, and S. V. Hosseini, "Experimental study, energy assessment and improvement of hydroxy generator coupled with a gasoline engine," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 146–156, 2020, doi: 10.1016/j.egy.2019.12.009.
- [3]. J. W. Paletakan, T. A. Ajiwiguna, F. T. Elektro, U. Telkom, and U. Nasional, "Pengaruh HHO Terhadap Emisi dan Efisiensi Mesin 2 Langkah 150 CC," vol. 4, no. 1, pp. 821–826, 2017.
- [4]. P. Pratiwi, M. Perdana, and A. Fachrurrozi, "Performance Comparison of Wet Cell HHO Generator with Galvanized Steel and Stainless Steel Electrodes," *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 172–178, 2021, doi: 10.21063/jtm.2021.v11.i2.172-178.
- [5]. C. N. Wang, M. T. Chou, H. P. Hsu, J. W. Wang, and S. Selvaraj, "The efficiency improvement by combining HHO gas, coal and oil in boiler for electricity generation," *Energies*, vol. 10, no. 2, pp. 1–13, 2017, doi: 10.3390/en10020251.
- [6]. I. Sopandi, Y. Hananto, and B. Rudiyanto, "Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator Hho Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO_3

- (Natrium Bikarbonat),” *Rona Tek. Pertan.*, vol. 8, no. 2, pp. 38–49, 2015, doi: 10.17969/rtp.v8i2.3007.
- [7]. Adriana M & Syahyuniar R. 2019. Rancang Bangun Alat Peniris Minyak Pada Keripik Singkong. *Jurnal Elemen* Volume 6 Nomor 1, Juni 2019. <https://je.politala.ac.id/index.php/JE/article/view/90/63> [22 Oktober 2021]
- [8]. Pratama Asep Rachmat. 2017. Rancang Bangun Mesin Peniris Abon Ikan. <https://ejournal.unugha.ac.id/index.php/jti-unugha/article/view/102> [22 oktober 2021]
- [9]. Istiqlaliyah H. 2015. Perencanaan Mesin Peniris Minyak Pada Keripik Nangka Dengan Kapasitas 2,5 kg/menit. *Nusantara Of Engineering/ Vol. 2 No.1/ISSN: 2355-6684*
- [10]. Sugandi W dkk. 2018. Analisis Teknik dan Uji Kerja Mesin Peniris Minyak (Spinner). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, Vol 6 No.1, Maret 2018
- [11]. P.J.D Prasetio dan M.K. Ibik. 2015. Rancang Bangun Mesin Keripik Mangga Podang Kapasitas 10 kg per proses (Bagian: Mesin Peniris). *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, Vol.4, No.1, pp. 1-25, 29 mei 2015
- [12]. Felayati H. 2014. Uji Performansi Mesin “Spinner Pulling Oil” sebagai Pengentas Minyak Otomatis dalam Peningkatan Produktifitas Abon Ikan Patin
- [13]. Sari S. A., Gustopo., & Indriani S. 2013. Perancangan Mesin Peniris Minyak untuk Peningkatan Kualitas Produk pada Sentra Industri Keripik Tempe Sanan Malang. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 3(1) 49-51 <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/industri/article/view/133>
- [14]. Barly Hafidh. 2018. Desain Mesin Peniris dan Penyaringan Minyak Goreng Untuk Rumah Tangga dengan Metode TRIZ.
- [15]. Febrian, D.N. 2017. Pembuatan Mesin Peniris Minyak untuk Goreng-gorengan. Padang: Politeknik Negri Padang