

PENGUNAAN BOOST CONVERTER DAN MAGNET (TEROIDAL) SEBAGAI PENINGKATAN PROSES GAS HHO

*USE OF BOOST CONVERTER AND (TEROIDAL) MAGNETS
AS HHO GAS PROCESS ENHANCEMENT*

Jani F. Mandala, Agustinus S. Sampeallo, Kalvein Rantelobo dan Hendro F. J. Lami

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

E-mail: yani.mandala@staf.undana.ac.id, agusthinus.sampeallo@staf.undana.ac.id,

kalvein@staf.undana.ac.id dan h.lami@staf.undana.ac.id

Abstrak

Proses elektrolisis (pengubah air menjadi gas hidrogen/hho) sebagai salah satu metode yang kompetitif dibidang riset saat ini untuk menghasilkan gas hidrogen, kendalanya adalah efisiensi energi yang rendah. Banyak kajian-kajian tentang elektrolisis dengan pendekatan frekwensi (pwm), jarak plate, pembangkit daya (watt), jumlah plat dan masih banyak metode-metode yang ditawarkan. Pada riset ini digunakan medan magnet dengan tujuan membantu pereduksian penggunaan daya listrik dc (watt). Daya DC berasal dari trafo atau accu yang dikonversikan dengan frekwensi pulsa-pulsa menjadi tegangan yang lebih besar (*boost converter*), kemudian dialiri ke plat anoda-katoda. Dalam proses elektrolisisnya antara plat dan magnet terjadi konduktivitas, hal ini ditandai dengan waktu tunggu untuk laju prouksi gas hho berupa gelebung-gelebung air (ion). Hasil yang didapatkan dari produksi gas hho (generator hho) dengan magnet dan tanpa magnet, menunjukkan efisiensi yang kecil, baik pada generator tanpa menggunakan magnet dengan plat stainless stell 52.91 % dan plat galvanis 52.85%. demikian juga dengan menggunakan magnet, untuk plat stainless stell 52.94% sedangkan plat galvani 52.87%.

Kata Kunci: *boost konverter, generator hho (elektrolisis), efisiensi*

Abstract

Electrolysis process (converting water into hydrogen gas / Hho) as one of the competitive methods in the field of research today to produce hydrogen gas, the problem is low energy efficiency. Many studies on electrolysis with the approach of frequency (pwm), plate distance, power generation (watts), number of plates and many methods are offered. In this research, a magnetic field is used with the aim of helping to reduce the use of dc electric power (watts). DC power comes from a transformer or battery which is converted with a frequency of pulses into a larger voltage (boost converter), then flowed to the anode-cathode plate. In the electrolysis process between the plate and the magnet there is conductivity, this is characterized by the waiting time for the hho gas production rate in the form of water bubbles (ions). The results obtained from the production of hho gas (hho generator) with magnets and without magnets, show a small efficiency, both in generators without using magnets with stainless steel plates 52.91% and galvanized plates 52.85%. likewise by using magnets, for stainless steel plates 52.94% while galvani plates 52.87%.

Keywords: *boost converter, hho (electrolysis) generator, efficiency*

1. Pendahuluan

Cukup banyak energi terbarukan yang mengalami fluktuasi dengan ketersediaan energi yang ada, walaupun berbagai perangkat energi telah dikembangkan. Pemanfaatan energi terbarukan mengalami kemajuan melalui penelitian sebagai respons terhadap penyusutan bahan bakar fosil dan upaya untuk meniadakan emisi karbon yang terkait dengan bahan bakar fosil.

Salah satu bentuk energi yang sangat kompetitif diteliti adalah hidrogen dan merupakan energi yang menjanjikan, serta dapat menjadi komponen penting di masa depan. Energi hidrogen saat ekstraksi tidak menghasilkan emisi karbon.

Teknologi elektrolisis sebagai proses pelepasan ikatan hidrogen (H₂) dan oksigen (O₂) pada air, menjadi Hidrogen Hidrogen Oksigen (HHO) atau yang disebut Brown's Gas. Metode elektrolisis ini sangat muda dikembangkan dengan biaya

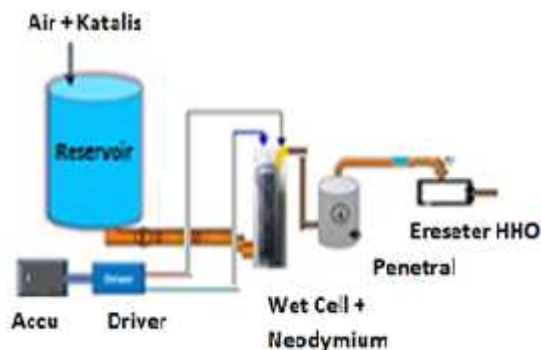
yang rendah serta tidak kompleks dalam *maintance*.

Pada kajian ini untuk proses elektrolisis digunakan generator HHO dengan tipe basah (*wet cell*) yang di berikan perlakuan penguatan sumber tegangan listrik dc (*Boost Converter*) dengan frekwensi tertentu dan penggunaan medan magnet teroidal dan neodmium sebagai media tambahan untuk membantu waktu proses pelepasan ikatan melekul hirogen dan ogsigen.

2. Metodologi dan Pustaka

Untuk proses elektrolisis diperlukan Generator atau Reaktor yang secara umum terdiri atas media/tabung gas HHO sebagai tempat proses elektrolisis; tabung penetral (*Vaporiser*) dengan fungsinya sebagai peredam air dari tabung generator; arrester HHO dengan fungsinya sebagai proteksi jika terjadi umpan balik gas HHO dan sumber listrik (DC) berupa *boost* konverter sebagai *driver*.

Pada generator terdapat sepasang plat elektroda yang mendapat penguatan tegangan dari *boost* konverter (Gbr-1), tetapi penguatan tegangan ini mengalami pensaklaran dengan frekwensi tertentu di akhir tegangan keluaran pada *boost* konverter.



Gambar 1. Konfigurasi Generator

Generator HHO terdiri dua tipe: kering (*Dry Cell*) dan basah (*Wet Cell*) yang tersusun dari plate elektroda (konduktif). Pada pembahasan ini menggunakan generator tipe basah dengan komposisi: plat anoda dan plat katoda dengan ukuran 6,8 cm x 3 cm dari plat *stainless stell* dan galvani yang tersusun menjadi 3 bagian; anoda (-) 2 plat dan katoda (+) 1 plat, kemudian diletakan dalam tabung dan diberikan larutan elektrolit untuk mengisi plat-plat tersebut. Sedangkan magnet teroidal/*neodymium* diberikan untuk mempengaruhi medan pada plat dan larutan, secara internal dan eksternal.

Gas Brown's dan Plat

HHO atau Brown's dihasilkan melalui proses elektrolisis dengan induktansi arus listrik pada

plat elektroda untuk menguraikan unsur-unsur air menjadi molekul yang bereaksi dengan dua elektron pada katoda yang tereduksi menjadi H₂ dan ion hidrokida (OH⁻). Bagian plat anoda mengurasikan gas oksigen (O₂) dengan melepaskan ion H⁺ serta mengalirkan elektron ke katoda. Akibat reaksi tersebut, ion-ion ini mengalami netralisasi dan membentuk molekul air. Proses ini telah dilakukan [1] dengan pendekatan *Hybrid Multistack* tipe generator sel kering (*dry cell*) dan generator sel basah (*wet cell*). Hasilnya generator saat proses elektrolisis menghasilkan gas HHO yang kuat, akibat induksi arus listrik. Hal lainnya yang berkaitan dengan HHO, yakni jumlah plat, larutan katalis dan sumber dc dengan PWM sebagai parameter-parameter untuk meningkatkan laju produksi gas HHO.

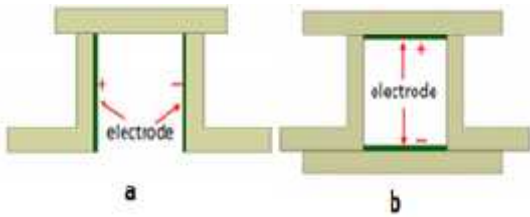
Risetlainya menggunakan jumlah plat [2] pada generator tipe kering dan penekanan pada jumlah plat netral, hasilnya temperatur generator HHO menurun dan sirkulasi udara semakin besar yang mengakibatkan kualitas dan kerapatan partikel gas HHO meningkat.

Demikian juga riset lainnya pada generator tipe basah [7] dengan penekanan penggunaan *Pulse Width Modulation* (PWM) sebagai pengaturan arus yang digunakan pada proses elektrolisa, hasilnya menunjukkan generator gas HHO dengan penambahan plat netral dan penggunaan arus melalui pwm, dapat menurunkan daya dan dapat meningkatkan laju produksi gas HHO.

Selain riset jumlah plat dan pwm, terdapat kajian jenis perbandingan plat yang digunakan. Perbandingan penggunaan plat *stainless stell* dan galvanis [3] untuk perform produksi gas HHO ini, *stainless stell* lebih baik produksi gas HHO dibandingkan dengan galvanis, tetapi kedua jenis plat ini mengalami penurunan produksi gas dan konsumsi daya listrik meningkat dengan bertambahnya waktu penggunaan.

Medan Magnet

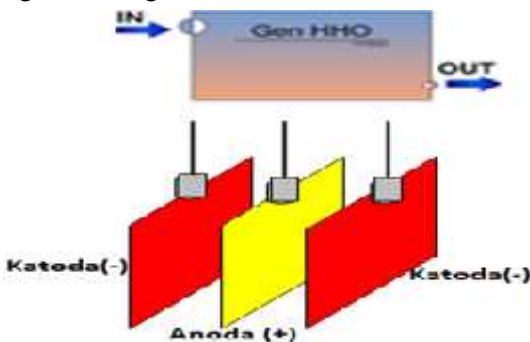
Proses elektrolisis sebagaimana yang dijelaskan di atas dapat menghasilkan gas hidrogen tetapi dalam penerapannya memerlukan sumber dc yang besar. Untuk itu dikembangkan dengan menggunakan efek medan magnet [5] secara vertikal, sehingga terjadi konduktivitas yang membantu memisahkan air pada elektroda. Hasilnya elektroda (platina) yang diberlakukan medan magnet secara tegak lurus dapat menghasilkan gas dibandingkan elektroda tanpa medan magnet.



Sumber: Yan-Hom Li
Gambar 2. Efek (a) Vertikal (b) Horizontal

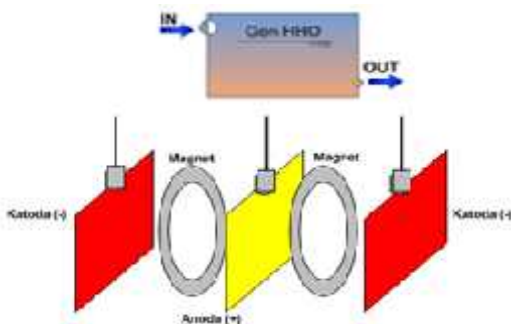
Penggunaan medan magnet lainnya secara eksternal dengan arus magnet dan magnet-optik dapat berkontribusi secara efisiensi untuk pemisahan air elektrokimia [4], hal ini sebagai akibat bahwa lapisan medan magnet mempengaruhi gradien konsentrasi ion hidroksida di permukaan elektroda yang terbentuk selama evolusi hidrogen. Karena air dan ion hidroksida memiliki sifat diamagnetik yang berbeda, sehingga dapat dipengaruhi oleh medan magnet yang konstan.

Proses kerja generator ini (Gbr-1), mula-mula air yang terkandung KOH di tempatkan di reservoir mini dan dialirkan ke generator/reaktor[9] yang terdiri atas pla-plat *stainless stell* atau galvani. Plat-plat ini tersusun membentuk celah dan diantara celah akan ditempatkan magnet teroidal / neodymium dengan dialas gasket/karet.



Gambar 3. Plat Tanpa Magnet

Unit generator bertindak sebagai elektrolisis air dan outputnya di tempatkan pada penetral (*bubbler*) kemudian melalui erester untuk memproteksi gas (kemanan).



Gambar 4. Plat Dengan Magnet

Hasil dari pengkajian ini, baik jenis dan jumlah plat, larutan, daya dengan frekwensi. Dapat diformulasikan sebagai berikut :
Kebutuhan daya (sumber DC) dari generator saat proses elektrolisis air

$$w = v \times i \times t \dots\dots\dots 1$$

Gas HHO yang dihasilkan oleh generator dapat dilihat sebagai, laju aliran gas (*flow rate*)

$$V_g = \frac{v_g \cdot H}{\epsilon} \dots\dots\dots 2$$

Efisiensi produksi gas HHO sebagai perbandingan energi proses gas *output* dan *input* energi proses gas

$$\eta = \frac{Q \cdot \rho \cdot L_H}{P} \dots\dots\dots 3$$

Dimana:

Q_{HHO} = Produktivitas gas HHO (l/s)

ρ = Massa jenis gas HHO (g/l)

L_H = Nilai energi terendah (J/gr)

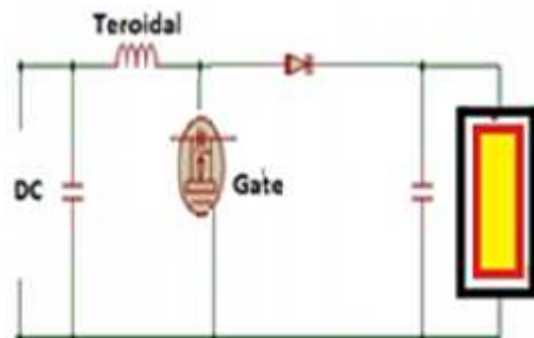
P = Konsumsi daya generator (Watt)

Boost Konverter

Boost konverter konvensional padasarnya menghasilkan polaritas yang sama dengan tegangan input (Gbr-5; Gbr-6) tetapi besaran tegangan output melebihi tegangan input. *Boost converter* beroperasi (menaikkan tegangan) bergantung pada lamanya waktu pensaklaran (t_{on} - t_{off}).

Saat saklar *close* (t_{on}), arus listrik akan mengalir dari sumber ke induktor dan saat ini induktor akan tersimpan energi. Saat saklar (transistor) kondisi terbuka (t_{off}) maka arus yang ada di induktor akan mengalir ke beban melewati dioda sehingga energi yang tersimpan dalam induktor menurun.

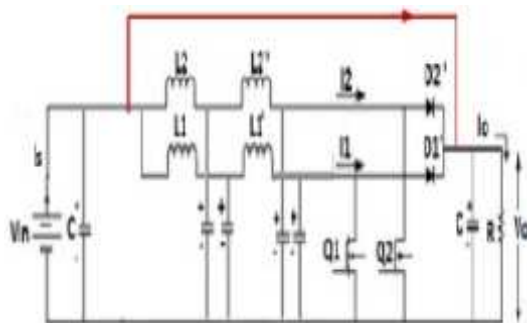
Dalam perkembangnya *boost* konvensional beralih ke *Interleaved (Boost converter Interleaved)* yang merupakan pengembangan dari *boost* konverter konvensional (Gbr-5). *Interleaved* lebih menjamin pada performa dan size, mengingat desain ini menggabungkan beberapa *boost* dalam satu media dengan riakan gelombang *input* dan tegangan yang rata pada *output*.



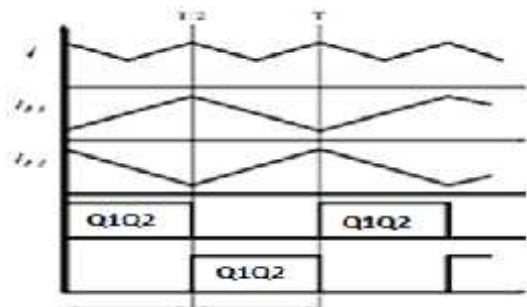
Gambar 5. Boost Konverter

Teknik ini telah diuji dalam dua fase (180°) untuk mengurangi arus komponen sirkuit dan pereduksian riak arus masukan dan tegangan keluaran [6]. Induktor yang digabungkan (dua fase) saat penguat membantu pembagian arus yang lebih tinggi antara t_{on} - t_{off} . Desain konverter penguat terdiri atas pemilihan induktor, kapasitor input dan output, sakelar daya, dan dioda output yang identic (sama). Tujuannya untuk mengetahui rentang siklus kerja dan arus puncak. Pendekatan lain dilakukan dalam kajian ini dengan penambahan kapasitor pada output induktor dan pemilihan komponen tegangan menggunakan setengah daya output dengan kriteria operasi.

Pada Gbr-6, merupakan kasjian *boost Induktor* konvensional yang digunakan pada kajian ini, walaupun secara teoritis serupa dengan *interleaved*. Pertama saat On sumber DC mengisi induktor pada L1 dan L2. Pada kondisi ini Q1 On, maka arus dalam induktor L1 meningkat secara linear dan tersimpan dalam induktor L1' dan bila Q1 dimatikan, dioda D1 mengalirkan arus dan besarnya (tersimpan) dalam induktor menurun dengan kemiringan berdasarkan perbedaan antara tegangan masukan dan keluaran.



Gambar 6. *Circuit Boost Konverter Interleaved*



Gambar 7. *Grafik Boost Konverter*

Induktor mulai melepaskan muatan dan mentransfer arus melalui dioda ke beban. Proses selanjutnya Q1 dan Q2 berada pada setengah siklus pengalihan dan menyelesaikan siklus proses kejadian yang sama. Karena kedua saluran daya digabungkan pada kapasitor, maka frekwensi keluaran riak efektif dua kali lipat dari

konverter penguat fase tunggal. Riset berikutnya, berupa aplikasi *boost* konverter pada photovoltaic [8] dengan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan *boost* konvensional.

Pada kajian ini menekankan desain *boost* konverter dengan variabel tegangan masukan (V_i), tegangan keluaran(V_o), nilai induktor, kapasiansi dan frekwensi kerja *boost* konveretr. Pada bagian akhir (gbr-6) diletakan pensaklaan, sehingga tegangan *output* tidak kontinyu melainkan diskrit.

Secara rumusan pada kasus penguatan ini, dapat digunakan formulasi yang tidak terlepas dari: rasio peningkatan kinerja

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1-D} \dots\dots\dots 4$$

Kemudian penggunaan kapasitor dan induktor, untuk kapasitor Nilai kapasitor dapat didekati dengan rumus:

$$C = \frac{V_o \times D}{R \times \Delta V} \dots\dots\dots 5$$

di mana V_o mewakili tegangan (V_o), D sebagai rasio kerja, R mewakili resistansi dan V mewakili perubahan tegangan keluaran.

Dan inductor (Gbr-5) yang mengidentikan dan menyeimbangkan arus pada konverter dengan rumus

$$L = \frac{V_i \times D}{\Delta i \times f} \dots\dots\dots 6$$

Duty cycle [7] sebagai pengatur frekwensi, berdasarkan adanya t_{on} dan t_{off} saklar (Q).

$$D = \frac{T_D}{T_D + T_{\phi}} \times 100\% \dots\dots\dots 7$$

3. Perancangan dan Pengujian

3.1 Generator

Generator *wet cell* dibuat dengan plat *stainless Steel* dan galvanis dengan ketebalan satu (1) mm lebar 1,8 cm dan panjang 5,6 cm. Penggunaan jumlah *plate* pada *Stainless Steel* sebanyak tiga plat terdiri dari anoda satu *plate* dan katoda dua *plat* dengan jarak masing-masing *plate* satu cm. demikian juga pada reaktor *plate* Galvanis dengan spesifikasi yang sama (Gbr-8).



Gambar 8. *Stainless Steel & Galvanis*

Pada reaktor ini dibangun dengan plastik *tube* dan pada bagian samping (vertikal) diletakan magnet teroid kemudian pada sisi-sisinya digunakan magnet neodmium (eksternal) sebagai bagian dari proses percepatan produksi HHO.

Jarak antara magnet dan *plate* baik pada *stainless steel* dan Galvanis satu (1) cm.



Gambar 9. *Stainless Steel & Galvanis*

Berdasarkan data-data tegangan dan arus di gunakan sebesar ± 12 volt dan 1 ampere, resistansi (pendekatan besi= $9,7 \times 10^{-8}$) dan jumlah pelat sebanyak tiga plat, maka kebutuhan daya generator (rumus-1) diatas diperoleh daya generator sebesar ± 26 watt/second. Sedangkan daya yang tersedia dari accu sebesar 48 watt/second. Pada bagian beban R (generator) = 12 dan tegangan input 9 volt dan tegangan outputnya 30 volt dengan frekwensi kerja $\pm 1,5$ khz sampai 30 khz.

Pengukuran lainnya untuk kuat medan magnet neodmium dan teroid (Gbr-10). Magnet neodmium = 640 Gs dan Magnet teroid = 380,4 Gs.

3.2 Boost Konverter

Berdasarkan Gbr-10 maka diperoleh nilai terukur induktor [8;10;11] sebesar $\pm 2,35$ mH (rumus-7), dengan *dutycycle* 30% dan arus sebesar 1 ampere serta pendekatan *riple* tegangan kapasitor 5%



Gambar 10. Serial Induktor

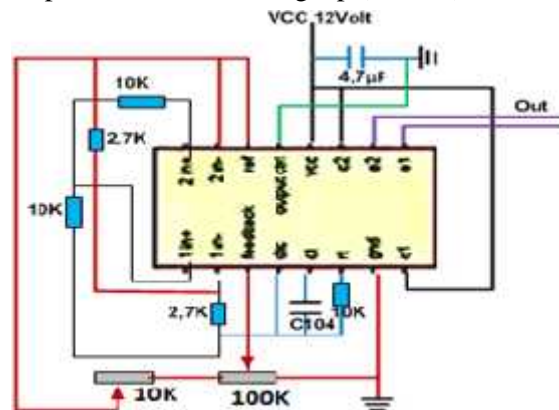
Dan kapasitornya dengan pendekatan rumusan-6 diperoleh $69 \mu\text{F}$ tetapi di pasaran ketersediaan $100 \mu\text{F}$ dengan tegangan pedekatan puncak akibat perubahan frekwensi maka digunakan 100Volt (100Volt, $100 \mu\text{F}$).



Gambar 11. Teroidal-Neodymium

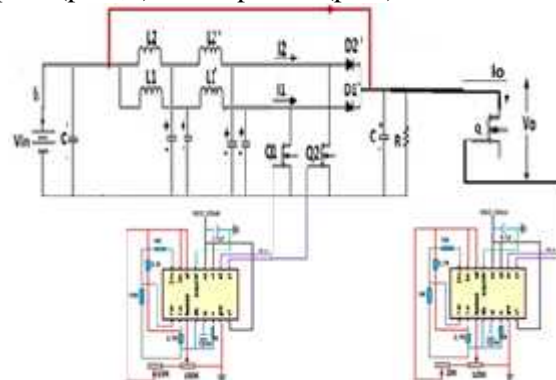
3.3 PWM

Pembangkit frekwensi dibangun dengan IC TL 494 yang dapat bekerja dengan frekwensi 20hz - 120Khz dan *dutycycle* dapat diatur 10% – 90%, walaupun pemilihan dapat menjadi 40% sampai 60%. Gambar lengkap (Gbr-12).



Gambar 12. Pembangkit Frekwensi TL494

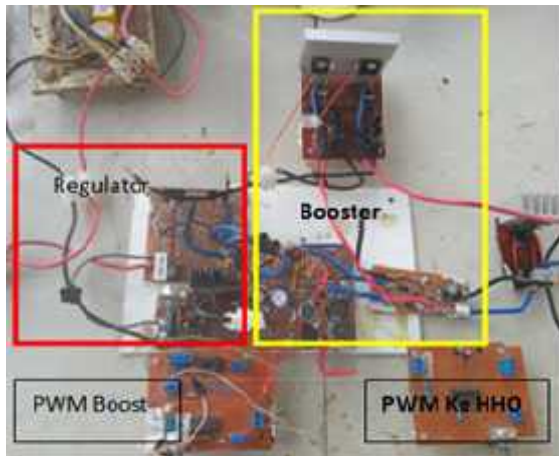
Untuk menentukan frekwensi kerja dengan IC TL494, sangat ditentukan dari nilai resistansi pada (pin2;6) dan kapasitor (pin7).



Gambar 13. Rangkaian Driver Boost

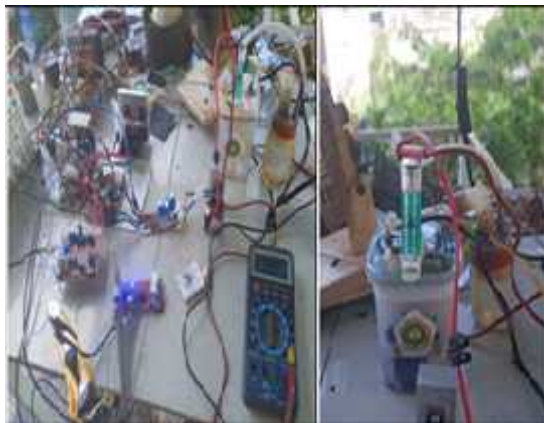
Dengan komposisi yang sama PWM juga diberlakukan pada akhir dari *booster* dengan

tujuan pengaturan frekwensi ke beban plat katoda dan anoda.



Gambar 14. Rancangan Driver DC

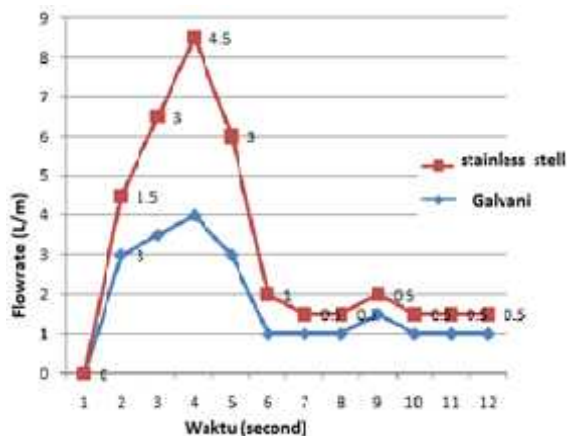
4. Hasil Pengujian



Gambar 15. Percobaan Lengkap

Berdasarkan rancangan di atas(Gbr-13), diperoleh tegangan sumber 9 volt dan tegangan output 64 volt serta frekwensi kerja yang optimum 1,5 khz dan *dutycycle* 40%. Saat proses produksi gas HHO tegangan(volt) dari driver boost menurun mendadak di detik ke 6 - 10 dan demikian juga dengan arus.

4.1 Laju Gas HHO



Gambar 16. Hasil Flowrate



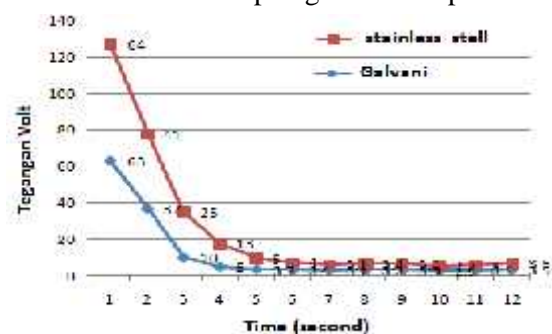
Gambar 17. Pengukuran Laju Gas

Untuk pengukuran *flowrate* gas, saat saklar on *driver booster* menggerakkan generator HHO, selama reantang waktu 10 detik belum ada reaksi tetapi saat detik ke 12 generator menghasilkan gas HHO secara tiba-tiba dengan posisi 1,5 L/m dan terus ke 4 L/m, proses ini digunakan generator galvani. Sedangkan untuk generator *stainless stell* selama proses produksi dimulai dari detik pertama/nol berangsur-angsur naik dengan cepat, tetapi detik ke 15 menurun dan mempertahankan *flowrate* pada posisi 1 L/m.

Tabel 1. Pengukuran Flowrate Gas

Material	Pengukuran flowrate Gas HHO											
	Step-Step 0.5 Volt											
Stainless Stell	0	0.5	0.5	1	1	1	1.5	1	1	1	1	1
Galvanic	0	1.5	1	4.5	3	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Berdasarkan Gbr-16 dan Tabel 1, saat Generator HHO di on tegangan *boost* konverter berada pada posisi 64 volt dan saat pembebanan tegangan menurun bersamaan dengan produksi gas HHO. Tegangan beban stakan pada posisi 3,7 sampai 2,9 volt. Besaran penurunan tegangan baik *stainless stel* maupun galvani serupa.



Gambar 18. Kebutuhan Tegangan Terpakai

Tabel 2. Pengukuran Tegangan

	Konsumsi Tegangan pada Generator HHO											
	stainless stell	68	37	10	3	1.7	1.4	1.1	3.4	1.3	2.9	1.1
Galvanis	64	41	25	13	6	4	1.1	3.4	1.1	2.7	9	3.5

4.2 Pengujian Generator HHO dengan Magnet

Konfigurasi dari Generator HHO ini sama dengan generator tanpa magnet, jarak elemen

katoda dan anoda 2 cm dengan larutan katalis/elektrolit KOH 50 gram yang dicampur dengan air refill (aqua) sebanyak 1000cc. Tegangan yang diberikan berdasarkan rancangan *booster* minimal 9 volt dan maximal 30 volt dengan arus 1,5 ampere.

Pengujian generator HHO *stainless stell* dan galvanis mendekati kesamaan, diantaranya saat *driver boost* di On-kan tabung generator dipenuhi dengan gelembung berwarna putih dan memerlukan waktu ± 20 detik sampai ± 30 detik untuk menghasilkan gas hidrogen-oksigen.



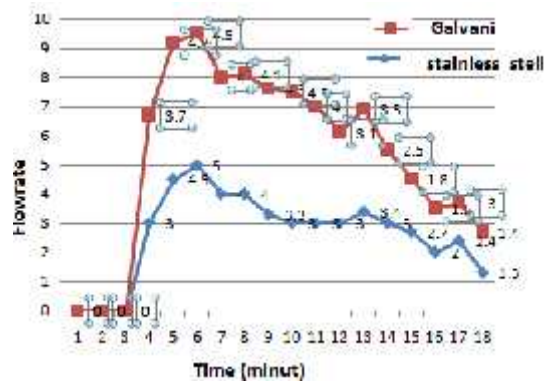
Gambar 19. Generator *Stainless Stel* dengan Magnet Teroidal

Penggunaan magnet pada proses ini, memerlukan waktu untuk terjadi ionisasi tetapi menghasilkan gas hidrogen yang stabil pada posisi flowrate 1,4 L/m. pada pengujian ini dengan rentang waktu > 30 menit pada tegangan awal 64 volt menurun dan staknan pada posisi 6.5 volt dan 5.4 volt untuk *stainless stel* dan galvanis.



Gambar 20. Generator *Stainless Stel* dengan Magnet Teroidal

Pada tabel 3 di bawah ini hanya akumulasi beberapa data pengujian, oleh karena menit ke 15 *flowrate* tidak mengalami perubahan posisi, baik dengan *stainless stel* atau galvanis.

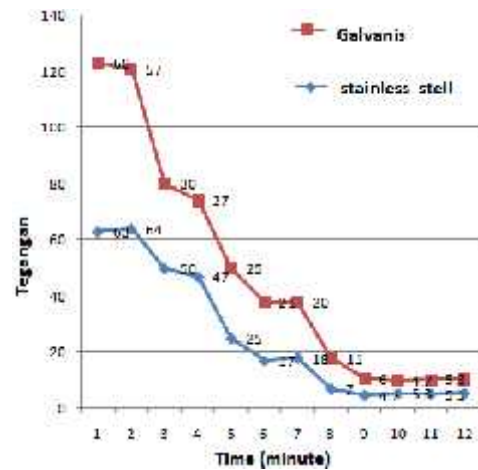


Gambar 21. *Flowrate* Generator HHO + Magnet

Tabel 3. *Flowrate* Generator HHO + Magnet

Pengukuran flowrate Gas HHO dengan Magnet

Material	Step Step 2 Menit											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stainless stell	0	0	0	4.5	5	5.5	5	4.5	4	3.5	3	3
Galvanis	0	0	0	8.7	9.5	9.5	8.5	8	7.5	7	6.5	6



Gambar 22. Konsumsi Daya Generator + Magnet

4.3 Boost Converter

Dalam proses elektrolisis, diperlukan sumberdaya yang besar (DC). Diawal perencanaan (Gbr-5) induktor ada ketidak sesuaian frekwensi kerja untuk menopang beban(V_o) dalam hal ini plat anoda-katoda pada generator dan penentuan kapasitor berdasarkan pendekatan *ripple*. Konsekwensinya penggunaan sumber DC menjadi panas(accu/trafro; dioda) sedangkan *driver boost* secara umum dapat diabaikan.

Dari grafik di atas, penggunaan tegangan yang dapat dibawakan ke daya (watt) nampak terserap sumber DC yang besar, disamping ada faktor larutan yang dapat menghambat proses konduksitansi elektron. Arus pada induktor, $i_L = (V_s/L) * T_s$ yang tidak lain adalah induktor $L = V_s / (f * i_L)$.

Ketidak sesuaian lainya pada kapasitor, saat $t_{on} - t_{off}$ sehingga jumlah muatan kapasitor $Q = (V_o/Rf)$, memiliki efek terhadap beban. $V_o = (V_o/ RC * f)$, karena ini adalah kapasitor maka,

$C = v / f R (v_o/v_o)$ sehingga muatan yang terjadi selisih. Demikian juga penentuan tegangan kapasitor yang terskip pada nilai *Duty Cycle*.



Gambar 23. Frekwensi Kerja *Boost*

Solusinya penggunaan *tools* untuk pengaturan *boost* yang dibangun dapat bekerja dengan frekwensi 1.3 khz sampai 6 khz dan seluruh komponen *boost* tidak menghasilkan tempatur yang berlebihan.

4.4 Efisiensi

Effisiensi generator tidak terlepas dari laju produksi gas dan daya DC yang digunakan terhadap proses elektrolisis. Sebagaimana kemukakan diatas, daya (P) generator sebesar 26 watt dan berdasarkan data-data di atas pendekatan rumusan 3 yang digunakan. Sehingga menggambarkan efisiensi antara Generator tanpa magnet dan generator dengan magnet.

Untuk kalkulasi efisiensi, maka diperlukan penentuan bakuan LHV = 13,25 kJ/g dan HHO = 0.491167 g/l.

Effisiensi generator tanpa menggunakan magnet dengan plat stainless stell 52.91 % sedangkan dengan plat galvanis 52.85%.

Dengan menggunakan magnet, untuk plat stainless stell 52.94% sedangkan plat galvani 52.87%

5. Simpulan

- I. Generator dengan elektrolisis plat stainless stell dan galvanis dengan katalis KOH yang diberikan daya sebesar 26 watt dapat menghasilkan volume gas HHO.
- II. Penggunaan magnet sebagai media percepatan proses gas HHO memiliki tingkat yang hampir sama dengan generator tanpa menggunakan magnet. Tetapi generator dengan magnet jatuh tegangan tidak sama dengan generator tanpa magnet.

Daftar Pustaka

1. Ajat Sudrajat, Eva Mayfa Handayani, Noreffendy Tamaldin, Ahmad Kamal Mat Yamin., "Principle of generator HHO hybrid

multistack type production technologies to increase HHO gas volume"., SHS Web of Conferences 49, ICES Thn 2018.

2. Haslinda Kusumaningsih, Nurkholis Hamidi, Yogi Eko Prayitno., "Pengaruh Penambahan Pelat Terhadap Produksi Brown's Gas pada Generator HHO Tipe Dry Cell"., Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV (SNTTM XV)., Bandung, Thn 10-2016.
3. Putri Pratiwi., Mastariyanto Perdana, Ahmad Fachrurrozi., "Perbandingan Performa Generator HHO Sel Basah dengan Elektroda Baja Galvanis dan Stainless Steel"., JURNAL TEKNIK MESIN INSTITUT TEKNOLOGI PADANG., e-ISSN: 2598-8263., 2021.
4. Olga Sambalova, Emanuel Billeter., Oguz Yildirim., Andrea Sterzi., Davide Bleiner., Andreas Borgschulte., "Magnetic field enhancement of electrochemical hydrogen evolution reaction probed by magneto-optics"., international journal of hydrogen energy 46 (2021) 3346e3353., www.elsevier.com/locate/he.,2021
5. Yen-Ju Chen, Yan-Hom Li, dan Ching-Yao Chen., " Studying the Effect of Electrode Hydrogen Production Efficiency"., Magnetochemistry 2022, https://www.mdpi.com/journal/energies.
6. Rahul Kumar, Rajeev Kumar Singh, Ranjan Kumar, Pranav Mishra., "Design and Simulation of Interleaved Boost Converter"., International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)., Januari 2023.
7. Chandra Silaen., Djoko Sungkono Kawano., "Optimalisasi Generator Gas HHO Tipe Wet Cell Dimensi 160x160 mm & 120x120mm Dengan Penambahan Digital Pulse Width Modulation Dan Netral Plat"., JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, (2014).
8. AUFAR Gusviandi Pratama., DESAIN DAN IMPLEMENTASI INTERLEAVED BOOST CONVERTER UNTUK APLIKASI PHOTOVOLTAIC., TUGAS AKHIR., ITS Tahun 2015.
9. Jani F. Mandala., Verdy Ariyanto Koehuan., Matheus Dwinanto., "Produksi Gas HHO melalui Perubahan Polaritas Sumber Listrik DC., LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana 9(02):97-104., https://www.researchgate.net/publication/377933711_Produksi_Gas_HHO_melalui_Perubahan_Polaritas_Sumber_Listrik_DC., Desember 2022.

10. Issue L., Power Conversion & Line Filter Applications., Micrometal., Iron Power Cores. Pebruari 2007.
11. Coil32., "Amidon iron powder toroids calculator"., <https://coil32.net/online-calculators/amidon-iron-powder-cores-calculator.html>