

## Aplikasi Oxyhydrogen dengan Metode Multi Series Plat Elektroliser 51 Plat 110 VDC dalam Pembuatan Mesin Las dengan menggunakan Air Sebagai Energi Terbarukan

Futung Mustari<sup>1✉</sup>, Togar Pangaribuan<sup>2</sup>, Bambang Widodo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, Indonesia

<sup>2</sup> Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, Indonesia

<sup>3</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel

**Diserahkan** : 13-05-2024

**Direvisi** : 20-05-2024

**Diterima** : 24-05-2024

#### Kata Kunci:

Elektrolisa, energi  
terbarukan, oksihidrogen

#### Keywords :

*Electrolysis, renewable  
energy, oxyhydrogen*

#### Corresponding Author :

Futung Mustari

Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, Indonesia

Jl. Diponegoro 84-86, Jakarta 10430

Email: [futungmustari@gmail.com](mailto:futungmustari@gmail.com)

### ABSTRAK

Air merupakan sumber energi terbarukan yang tiada habisnya dan melimpah ruah di bumi saat ini, yang penggunaannya dilakukan melalui proses lebih lanjut menjadi bahan bakar dalam bentuk gas oxyhydrogen, dengan metode elektrolisa kering (dry cell) berplat jamak, dengan jumlah 51 plat dengan tegangan 110 V DC melalui proses penyearahan dari tegangan sumber PLN 220 AC yang disearahkan melalui diode gelombang penuh. Proses dilakukan elektrolisa dengan dan katalis basa (KOH) pada suhu 25°C. Diharapkan jumlah gas oxyhydrogen sebanyak 215 liter per-menit yang ditampung dalam tabung dengan tekanan maksimal 70 Psi. Hasil dari penampungan gas dapat digunakan untuk pengelasan (welding and cutting).

### ABSTRACT

*Water is an inexhaustible and abundant source of renewable energy on earth today, the use of which is carried out through a further process to become fuel in the form of oxyhydrogen gas, using a dry electrolysis method (dry cell) with multiple plates, with a total of 51 plates with a voltage of 110 V DC through a rectification process from the PLN 220 AC source voltage which is rectified through a full wave diode. The process is carried out by electrolysis with a base catalyst (KOH) at a temperature of 25oC. The resulting amount of oxyhydrogen gas is 215 liters per minute which is stored in a tube with a maximum pressure of 70 Psi. The results from the gas reservoir can be used for welding and cutting.*

## PENDAHULUAN

Air merupakan sumber energi yang melimpah di bumi karena hampir sepertiga bumi ini terisi oleh air. Namun dalam mengembangkan energi terbarukan, penggunaan air sebagai bahan bakar kurang begitu banyak mendapat perhatian dikarenakan masih banyak yang mengembangkan dan berbisnis dengan energi fosil. Selain banyak jurnal dan tulisan dalam dan luar negeri yang sudah mengangkat teknologi bahan bakar air khususnya Oxyhydrogen, tentang bagaimana memproduksi dengan berbagai metoda yang ada, ada juga jurnal yang menulis tentang Rancang Bangun Mesin Las Berbahan Bakar Hidrogen namun dengan jumlah 31 plat, atau 31 sel dalam bentuk serie cell elektroliser namun dengan sumber daya menggunakan inverter mesin Las 55 volt DC rate 20 A. (1100 watt) , menghasilkan 1000 ml gas HHO dalam 480 detik, atau 0,125 L/menit atau 7,5 liter/jam [1]. Namun tidak di jelaskan secara detail bagaimana konstruksi generator HHO nya. Dalam studi ini, penulis tertarik untuk membuat penelitian dan percobaan pembuatan mesin las yang berbeda dengan metode di atas dan bisa dijadikan komparasi tentang teknik pembuatannya.

Aplikasi yang dibuat dalam penelitian ini adalah dalam bentuk mesin las yang terinspirasi dari penemuan Yull Brown [2], dan dari peneliti dalam negeri namun dengan beberapa perubahan serta metode penggunaan sumber tegangan yang juga berbeda dari penemuan sebelumnya. Kenapa penulis memilih mesin las, karena mesin las merupakan peralatan industri rumahan yang dapat dikerjakan dimana saja untuk melakukan pengelasan dan pemotongan. Sebagaimana kita ketahui bahwa mesin las konvensional yang beredar saat ini mengandung Asetilene ( $C_2H_2$ ) zat aktif yang sangat berbahaya yang mengandung karsinogen yang dapat merusak pernapasan bagi yang melakukan kegiatan pengelasan, apalagi di tempat tertutup yang sirkulasi udaranya kurang bagus, bisa terkena ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Atas). Teknologi HHO atau juga dikenal dengan nama oxyhydrogen atau Brown Gas adalah teknologi yang sengaja dibuat menjadi teknologi open source tanpa paten. Namun dalam penelitian ini istilah yang akan kita gunakan adalah Gas oxyhydrogen. Strategi ini dipilih oleh sang penemu (Yull Brown) karena niat tulus untuk membantu menyelamatkan bumi dari polusi yang tidak terkendali sekaligus membantu warga dunia untuk mendapatkan bahan bakar murah dan mudah didapat.

Berkurangnya produksi energi fosil, khususnya pengurangan minyak bumi dan komitmen global untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, mendorong pemerintah untuk mengambil tindakan dengan cara terus menerus meningkatkan peran energi baru dan energi terbarukan dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional menetapkan bauran energi untuk empat kontribusi utama di Indonesia, yaitu minyak, gas, batubara, dan energi baru dan terbarukan (EBT). Target bauran untuk EBT adalah 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Indonesia memiliki potensi energi baru dan energi terbarukan, dan potensinya cukup untuk mencapai tujuan bauran energi primer. Terkait dengan kebijakan energi nasional tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membuka wawasan publik tentang kemungkinan untuk menghasilkan energi dari air. Tujuan tersebut antara lain:

1. Betapa pentingnya mengembangkan air sebagai energi terbarukan khususnya gas Oxyhydrogen sebagai energi masa depan yang murah dan melimpah
2. Menyempurnakan metode yang lebih efektif untuk menghasilkan gas yang jauh lebih banyak dengan kelistrikan yang kompleks dan terkini
3. Menghasilkan gas Oxyhydrogen yang lebih besar dengan tegangan yang maksimal namun arus yang minimal sehingga tidak dibutuhkan trafo *step down*.
4. Cukup menambahkan kapasitor untuk meningkatkan arus dan jumlah gas yang akan dihasilkan.

Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian ini ada mampu menghasilkan gas Oxyhydrogen yang cukup besar melalui memperbanyak jumlah plat series (multi seri plat) menggunakan sumber tegangan AC menjadi DC sehingga dapat digunakan atau diaplikasikan dalam pengelasan maupun pemotongan (*welding and cutting*)

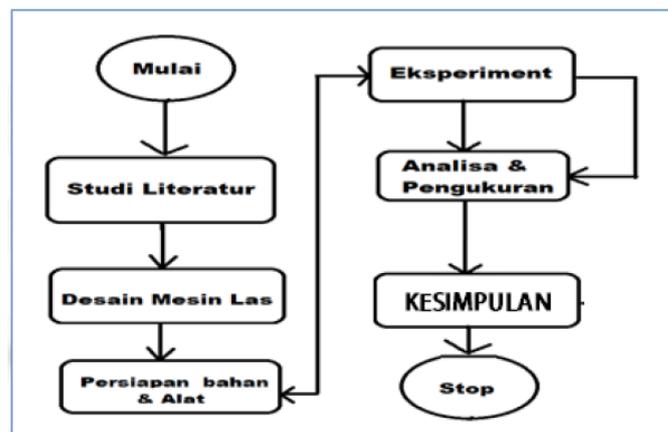
## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan sejak tahun 2019 sampai dengan tahun 2020 di *workshop* selama kurang lebih 1 (satu) tahun, mulai bulan November 2019 – Desember 2020 di Jakarta. Berbagai metoda dan teknik yang dilakukan dalam membuat dan membentuk alat ini, dari berbagai literatur tentang yang berhubungan dengan oxyhydrogen sampai pada metoda trial dan error hingga sampai dengan cara mengikuti beberapa teknik yang dilihat dalam media sosial *youtube* yang sebagian besar tidak memperlihatkan secara terperinci teknik dan skema/rangkaiannya, salah satunya seperti yang dikembangkan oleh Stan Meyer dengan menggunakan tabung slinder  $\frac{1}{2}$  dan  $\frac{3}{4}$  inchi dalam menghasilkan gas OxiHydrogen [3].

### Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kajian literatur dan eksperimen. Metode penelitian eksperimen adalah metode penelitian kuantitatif. Gas oxyhydrogen adalah campuran hidrogen dan gas oksigen yang dihasilkan oleh elektrolisis air. Dalam penelitian ini untuk mengurangi konsumsi energi pada tingkat produksi hidrogen yang tinggi, maka efisiensi proses harus ditingkatkan. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

### Bahan Penelitian

Adapun bahan bahan yang digunakan untuk penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tabung Reaktor (Generator HHO) menggunakan Pipa PVC diameter 6 inch ketebalan 8 mm (schedule 8). Panjang 40 cm (550 mm)
2. Sebagai Katoda anoda menggunakan Plat Stainless Steel Grade 316 L , tebal 0,5 mm, jumlah 52 lembar.
3. Power Supply type Capacitor Ampere Limiting (CAL), tanpa menggunakan Trafo Step Down, dari 220 Ac- ke 110 Volt DC
4. Tabung separator gas cair,
5. Selang, flashback arrestor,dan
6. Torch las.
7. Instrument pengukur (Ampere meter, Volt meter, Pressure Gauge, One way Valve)

### Alat Penelitian

Dalam penelitan ini, penulis menggunakan peralatan utama dan peralatan pengaman lainnya. Komponen ini terbuat dari plat dan Pipa CPVC dan dikerjakan dengan proses pemotongan plat dan pengeboran pada pipa CPVC sebagai kerangka Utama. Alat yang digunakan antara lain:

1. Jig saw . 7. Mesin bor

2. Mata bor M 6 / 8 (6/8 mm)
3. Kunci pas
4. Amplas Bahan yang diperlukan 10 Pipa CPVC 6 inch
5. Mur baut dan ring M 6
6. Lem silikon
7. Mesin bor
8. Tang
9. Kikir
10. Pipa CPVC 6 inch
11. Karet

### Proses Pembuatan Mesin Las

1. Generator HHO  
Terbuat dari Pipa CPVC diameter 6 Inch, tahan panas dan kimia, didalam tabung elektrolisa (generaor HHO) terdiri dari plat 0,5mm diameter 14,54 cm, tersusun secara seri dengan 51 plat stainless steel 316L jarak antara satu plat dengan plat lainnya sebesar 7 mm. dengan ukuran yang tertera pada lampiran.
2. Tabung separator gas cair  
Tabung separator cair terbuat dari tabung stainless steel 316 yang mempunyai saluran pemisah gas menggunakan zat cair. Tabung menggunakan pemanas dispenser yang telah dimodifikasi jalur masuk dan keluarnya gas beserta jalur masuk dan keluarnya cairan. Ukuran detail alat tertera pada lampiran
3. Flashback arrestor  
Flashback arrestor terbuat dari napple kuningan yang didalamnya terdapat saringan kawat stainless steel dan batu saring partikel gas yang disusun didalam tabung besi dan ditutup oleh napple kuningan. Ukuran detail alat tertera pada lampiran.
4. Tabung penampung gas dengan indicator penunjukan level air
5. Proses elektrolisa dilakukan dalam makalah ini adalah dengan menggunakan tegangan AC (bolak balik) 220 VAC setelah sebelum di searahkan melalui sistem Dioda Brigde dengan metode gelombang penuh (full wave rectifier) sehingga di dapatkan tegangan DC dengan frekwesi 100 Hz.

Proses perubahan tegangan AC ke DC tanpa menggunakan trafo step down. Namun digunakan sistem Capacitor Amper Limiting (CAL) [4].

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk penelitian ini digunakan plat ss 316 L ukuran 8 inchi, dengan ketebalan 0.5 mm. Untuk media elektrolisis digunakan pipa CPVC yang tahan panas. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan terdiri dari beberapa hal.

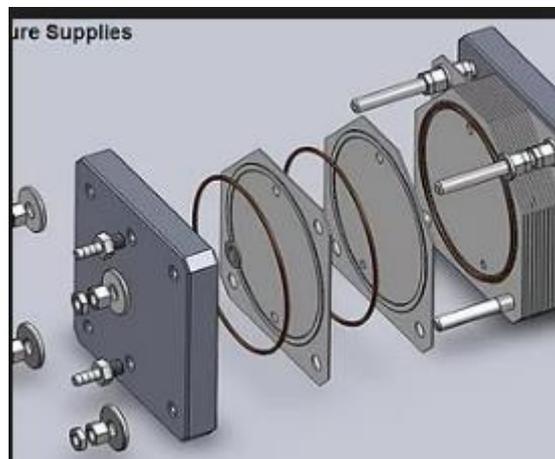
#### Proses Kerja Multi Series Plat Elektrolyser

Tegangan normal sel elektroliser normal adalah kurang lebih 2 volt, sedangkan sistem kelistrikan kendaraan roda dua dan empat yang normal adalah 14,4 volt DC. Perbedaan tegangan inilah yang dapat menyebabkan hubungan langsung. Konsep dari *series plat elektrolyser* adalah sangat sederhana, yaitu kita menganggap bahwa sekelompok sel bergabung dalam bentuk seri untuk membentuk sebuah elektroliser, yang mempunyai total tegangan yang menyesuaikan dengan tegangan yang ada. Contoh pada mobil dimana tegangan baterai mobil sebesar 14,4 Volt DC, dengan susunan 7 plat menghasilkan 6 sel. Dari 2 volt sel elektroliser (dengan menganggap ada 7 plat masing masing 6 sel) yang dibentuk dalam satu deret, untuk menghasilkan jumlah beda tegangan sebesar 14,4 volt terhadap keseluruhan sel. Dengan cara ini, sebuah elektroliser dapat disamakan tegangannya pada kendaraan yang membutuhkan tegangan baterai 14 V DC. Dengan demikian, dalam membuat rancangan *Series Plat Elektrolyser*, kita harus menyusunnya dalam bentuk series dalam satu alat [5].

Dalam *Series Plat Elektroliser* sambungan kabel antara berada di ujung plat, kecuali larutan elektrolit itu sendiri, larutan elektrolit dari tiap tiap sel terisolasi dari larutan elektrolit lainnya oleh plat (tiap-tiap sel). Arus listrik masuk melalui sisi negatif dari elektroliser dan bergerak melalui tiap-tiap sel, elektrolit dan sel plat, begitu seterusnya hingga mencapai sisi berlawanan, pada polarisasi positif di ujung elektroliser.

Elektroliser tipe ini dinamakan “bipolar” sebab tiap plat menghasilkan hidrogen dan oksigen secara bersamaan, tiap gas yang terbentuk berada pada posisi yang berlawanan. Hidrogen dihasilkan pada sisi yang lebih negatif, sedangkan Oksigen dihasilkan pada sisi yang lebih positif. Semua gas yang terbentuk akan bercampur diatas sel (plat), menghasilkan campuran yang dinamakan Oxyhydrogen (Brown Gas) [6].

Dalam *Series Plat Elektroliser*, tiap plat dibagi oleh dua sel, masing-masing plat metal mempunyai anoda dan katoda, sisi plat yang berhadapan dengan input negatif pada *Series Cell Elektroliser* lebih positif dibanding input plat yang lebih dekat. Oleh karena itu, plat yang paling dekat akan menghasilkan hidrogen dan yang terjauh menghasilkan oksigen. Gambar 2 memperlihatkan contoh *Multi Series Plat Elektroliser* pada mobil.



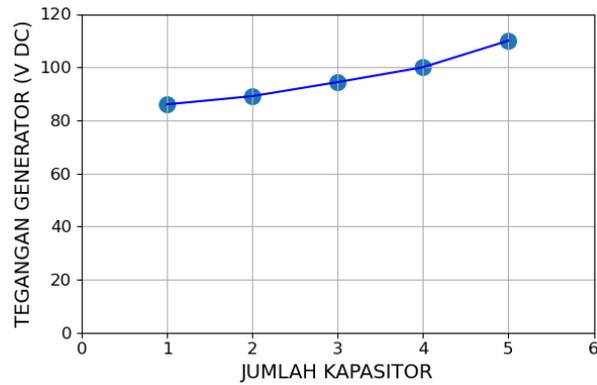
**Gambar 2.** Contoh Multi Series Plat Elektroliser pada mobil.

## Hasil Percobaan

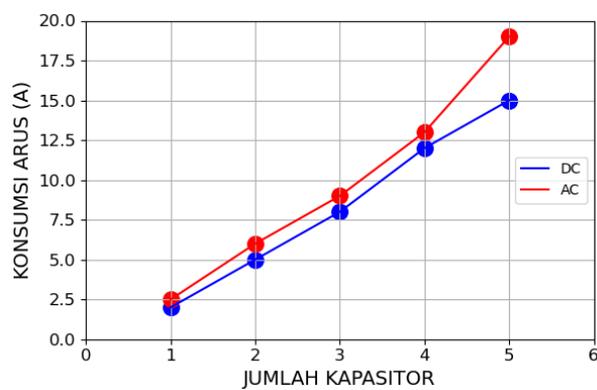
Setelah peralatan yang digunakan dirangkai, selanjutnya dilakukan uji coba dengan melaksanakan serangkaian test dari berbagai kombinasi. Kapasitor yang ditambahkan dari satu hingga lima kapasitor dengan hasil percobaan disajikan dalam Tabel 1 di bawah. Gambar 3 memperlihatkan kurva tegangan generator terhadap jumlah kapasitor, Gambar 4 memperlihatkan kurva konsumsi arus DC dan arus AC, dan Gambar 5 memperlihatkan kurva jumlah gas dalam liter per menit, semuanya terhadap jumlah kapasitor. Dari tabel dan gambar-gambar tersebut, terlihat bahwa jika jumlah kapasitor bertambah, maka terjadi kenaikan tegangan generator, konsumsi arus DC dan konsumsi arus AC, serta liter gas per menit

**Tabel 1.** Hasil percobaan penambahan kapasitor

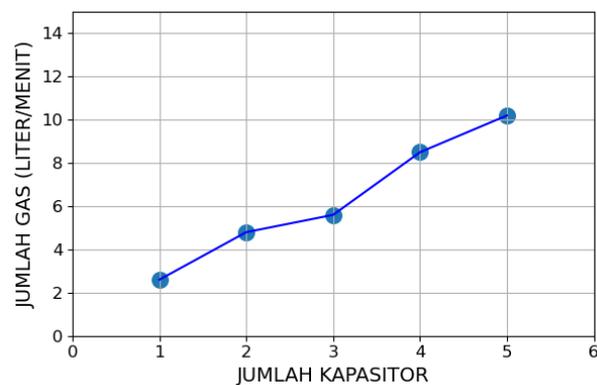
| Jumlah Kapasitor | Tegangan Generator (V DC) | Konsumsi Arus DC (A) | Konsumsi Arus AC (A) | Jumlah Gas (Liter/menit) |
|------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| 1                | 86                        | 2                    | 2,5                  | 2,6                      |
| 2                | 89,1                      | 5                    | 6                    | 4,8                      |
| 3                | 94,4                      | 8                    | 9                    | 5,6                      |
| 4                | 100                       | 12                   | 13                   | 8,5                      |
| 5                | 110                       | 15                   | 19                   | 10,2                     |



Gambar 3. Kurva tegangan generator vs jumlah kapasitor



Gambar 4. Kurva kuat arus vs jumlah kapasitor.



Gambar 5. Kurva jumlah gas vs jumlah kapasitor.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Dengan multi series cell electrolyser, kita dapat menghasilkan gas Oxyhidrogen sebarang yang kita inginkan dengan menambah jumlah cell sesuai dengan tegangan DC yang kita berikan.

2. Jumlah maksimal sel yang bisa kita buat adalah sebanyak jumlah tegangan input AC. Jika input tegangan sebesar 220 Volt AC, maka kita dapat membuat 110 sel (secara teori) dengan asumsi 220 V AC diubah ke DC menjadi 220 V DC dengan asumsi 2 V DC per plat.
3. Untuk menghasilkan gas yang lebih besar dapat dilakukan dengan memperbesar luas penampang dari sel.
4. Dapat pula kita kombinasikan untuk menghasilkan gas dengan jumlah yang sama dengan mengurangi jumlah sel, namun permukaan sel diperbesar.

## REFERENSI

1. R.K. Wasista, "Rancang Bangun Mesin Las Berbahan Bakar Hidrogen", Skripsi, Universitas Negeri Surabaya, 2016
2. Y. Brown, "Brown's Gas", United States Patent, US Patent 4014, 777; March 28, 1978
3. S. Ghag, V. Karekar, dan N. Ketkar, "Replication of Stanley Mayers Water Fuel Cell working on resonant DC principal-Stage 2"; Final year 332 J. Mech. Eng. Res. project report, Finolex Academy of Management & Technology, Ratnagiri; University of Mumbai; 2009-10
4. P. Tunestal, M. Christensen, P. Einewall, T. Andersson, B. Johansson, O. Jonsson, "Hydrogen Addition for Improved Lean Burn Capability of Slow and Fast Natural Gas Combustion Chambers". SAE Technical Paper Series (Oktober 2002): p. 7-8.
5. M. Yadav, C. Hamid, E. Shankar, "Synthesis method for oxy-hydrogen gas and effect on the performance of internal combustion engine", Mechanical and Manufacturing Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Calicut, Malappuram, India.