

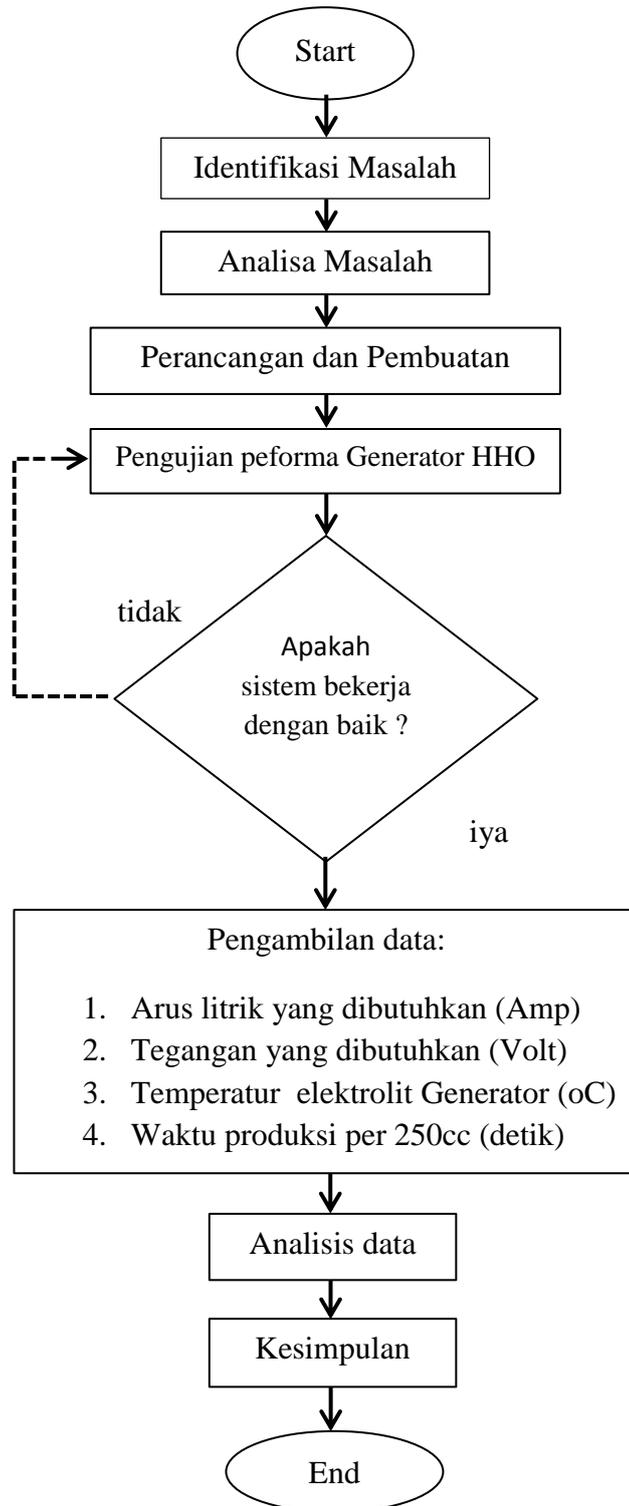
BAB III

METODE PENELITIAN

Studi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh variasi frekuensi dan *duty cycle* terhadap laju produksi gas HHO pada generator HHO tipe basa (*wet cell*). Variasi *duty cycle* yang digunakan antara lain *duty cycle* 50%, *duty cycle* 70% dan *duty cycle* 90%. Serta variasi frekuensi yang digunakan 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 5000 Hz, 6000 Hz, 7000 Hz, 8000 Hz, 9000 Hz, 10.000 Hz, 11.000 Hz, 12.000 Hz, 13.000 Hz, 14.000 Hz, 15.000 Hz, 1000 Hz, 17.000 Hz, 18.00 Hz, 19.000 Hz, dan 20.000 Hz.

3.1. Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara umum meliputi identifikasi masalah, analisa masalah, Perancangan dan pembuatan generator HHO tipe basa (*wet cell*), *water trap*, dan bejana ukur gas HHO. perancangan dan pembuatan generator pembangkit gelombang PWM berbasis arduino nano. Pengujian generator HHO tipe basa (*wet cell*) terhadap kebocoran gas HHO, Pengujian generator pembangkit gelombang PWM terhadap bentuk gelombang, *duty cycle*, frekuensi dan tegangan. Pengujian performa dari gelombang PWM yang diaplikasikan pada generator HHO Tipe basa (*wet cell*) jika terjadi masalah maka di lakukan modifikasi dan jika tidak maka di lakukan pengambilan data terhadap tegangan yang dibutuhkan generator HHO, arus yang dibutuhkan generator HHO, dan waktu produksi gas HHO per250cc serta temperatur elektrolit generator HHO. lalu di lakukan pengambilan data serta perhitungan gas HHO terhadap daya yang dibutuhkan untuk produksi gas pada generator HHO tipe basa (*wet cell*), laju produksi gas HHO, dan efisiensi generator HHO serta pembuatan laporan. Diagram aliran dari proses penelitian pengaruh variasi frekuensi dan *duty cycle* terhadap laju produksi gas HHO pada generator HHO tipe basa (*wet cell*) di sajikan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. diagram metodologi penelitian.

3.2. Identifikasi dan Analisis Masalah

Kegiatan awal dari proses perancangan yaitu menentukan tema dari rancangan yang akan dibuat berdasarkan permasalahan-permasalahan yang ada. Permasalahan yang menjadi latar belakang Sebelumnya. penggunaan generator HHO tipe basa (*wet cell*) dengan menggunakan gelombang tipe PWM digital dengan variasi frekuensi dan *duty cycle* maka akan di analisis hasil laju produksi gas HHO. Generator HHO tipe basa (*wet cell*) memiliki tingkat efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan generator HHO tipe kering (*dry cell*) dikarenakan oleh panas yang tinggi yang terjadi pada generator HHO tipe basa (*wet cell*) tapi generator tipe basah (*wet cell*) mempunyai ke unggulan yaitu hasil produksi gas HHO lebih tinggi di banding dengan tipe kering (*dry cell*). Bila generarot HHO tipe basa (*wet cell*) diberikan gelombang PWM maka akan menghasilkan efisiensi yang paling baik dibandingkan dengan penggunaan generator HHO tipe kering (*dry cell*).

Selain itu. pada umumnya generator HHO tipe basa (*wet cell*) menggunakan sel spiral dapat menghasilkan efisiensi produksi gas yang lebih tinggi dari pada sel datar maupun *tube cell* sehingga diperlukan desain sel spiral dengan panjang kawat stenlis 40 cm dan diameter kawat 2 mm. Pada generator HHO menggunakan tegangan 12 Volt 50 Ah dari baterai atau aki serta swiching power suplay sebagai penstabil tegangan pada baterai.

3.2.1. Perancangan Generator HHO

Pada penelitian ini. hal yang perlu dirancang adalah bagian generator HHO dan bagian generator PWM. Generator HHO yang akan digunakan merupakan tipe sel basa (*wet cell*). Dengan menggunakan sel spiral dengan panjang 40 cm dirangkai secara parallel dan menggunakan sumber tegangan dari aki 12 volt 50 Ah. Jenis elektrolit yang digunakan pada generator ini adalah air aquades ditambah serbuk KOH sebagai katalis. Arus yang dapat mengalir pada generator HHO ini adalah sekitar 10 sampai 30 Ampere.

Selanjutnya gas HHO ini dapat dialirkan dari *water trap* menuju ke ruang bakar ataupun bejana pengukur debit maupun *flowmeter*.

3.2.2. Generator HHO

Dalam rangka untuk memenuhi percobaan, generator HHO ini terdiri dari 2 buah elektroda positif dan 2 buah elektroda negatif yang terdiri kawat spiral dan sel elektrolisis yang disusun secara paralel dengan pembatas sebuah akrilik di tempatkan di dalam tabung PVC dengan ukuran 4". Sumber tegangan yang digunakan adalah berasal dari aki 12 volt 50Ah agar tegangan stabil aki akan di bantu dengan *swiching power supply* 13.8 volt 30 Amp sedangkan Arus yang mengalir pada generator HHO ini berkisar antara 10 sampai 30 Ampere tergantung konsentrasi larutan KOH dan temperatur pada generator HHO pada saat produksi gas HHO.

1. Tabung generator tipe basa (*wet cell*)

Tabung yang digunakan untuk tipe basa (*wet cell*) menggunakan PVC karena tahan dengan larutan basa khususnya KOH. Tabung sel basa (*wet cell*) menggunakan PVC berukuran 4" dengan panjang 20 cm dan menggunakan dop PVC ukuran 4" berjumlah 2 buah. Dari total keseluruhan tabung sel basa (*wet cell*) berjumlah 1 buah dan pvc 1/2" dengan bentuk L dan T untuk penghubung tabung generator tipe basa ke *flowmeter* dan *water trap*.



Gambar 3.2 Tabung generator sel basa (*wet cell*)

2. Napel

Napel yang digunakan sebanyak 1 buah digunakan untuk output gas HHO. Napel yang digunakan berasal dari bahan kuningan dengan ukuran $\frac{1}{4}$ tube, drat $\frac{1}{2}$ ".



Gambar 3.3 Napel

3. Elektroda sel Spiral generator HHO

Elektroda yang digunakan memiliki material yang tahan korosi dan memiliki konduktivitas listrik yang baik seperti *stainless steel* 201. Diameter kawat yang digunakan adalah 2 mm dan panjang 40 cm dan di susun secara parallel. Pada sel elektrolisis kawat di bentuk spiral agar dalam proses elektrolisis generator HHO tidak terlalu menimbulkan panas yang mengakibatkan menurunnya efisiensi dari generator sel basah (*wet cell*). Pada kawat yang memisahkan elektroda positif dan negatif digunakan akrilik yang berguna untuk memisahkan antara kawat positif dan negatif. namun terdapat tambahan untuk menyambungkan elektroda dengan baut *stainless steel* menuju generator PWM dengan sumber input tegangan 12 volt.



Gambar 3.4 sel spiral

4. *Water Trap*

Generator HHO selain menghasilkan gas HHO juga menghasilkan uap air. Uap air ini dihasilkan karena panas dari generator saat terjadi reaksi elektrolisis. Oleh karena itu dibutuhkan alat namanya *water trap* berfungsi untuk menangkap uap air yang dihasilkan generator HHO. *Water trap* itu sendiri berupa wadah yang berisi air. Prinsip kerja dari *water trap*, gas HHO dan uap air yang di hasilkan generator dari proses elektrolisis dialirkan menuju kedalam *water trap* dengan prinsip kondensasi, uap air akan mengembun menjadi air dan gas yang keluar dari *water trap* berupa gas HHO murni.

3.2.3. Perancangan generator PWM

Generator PWM dibangkitkan dengan menggunakan board mikrokontrol arduino nano. Jenis pembangkit gelombang yang digunakan adalah tipe variabel frekuensi dan *duty cycle* sehingga mudah dalam pengaturan perubahan frekuensi maupun *duty cycle* . Pada arduino nano diperlukan persamaan seperti dibawah ini:

Dimana:

F_{pwm} = frekuensi output (f)

F_{osc} = frekuensi oscillator (f)

N = skala clock

TOP = nilai maksimum counter

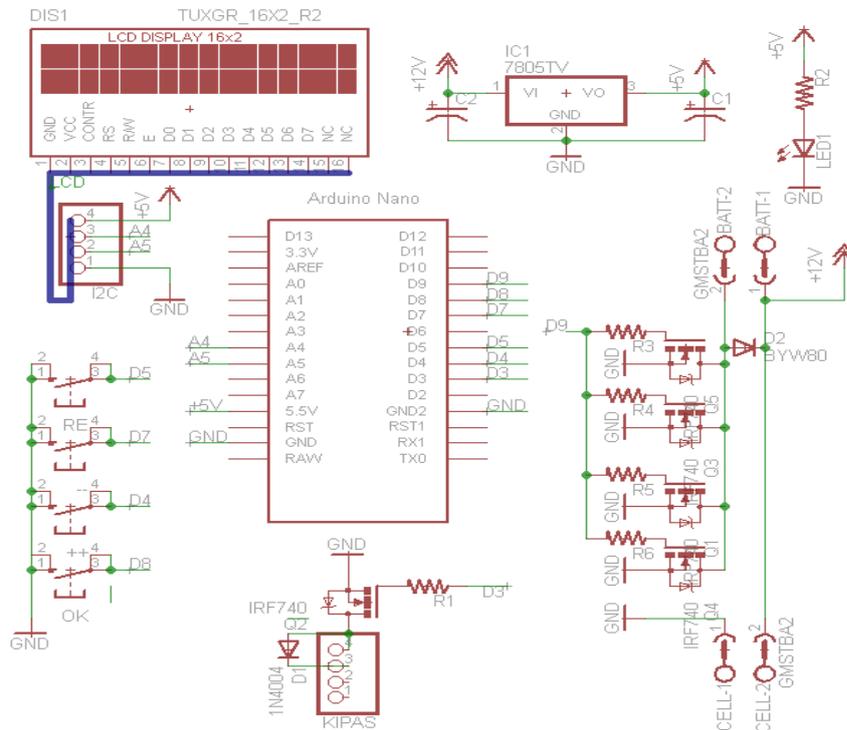
Duty Cycle = lebar pulse

$OCR1A$ =

$$f(pwm) = \frac{F_{osc}}{N \cdot (1 + TOP)}$$

$$Duty\ Cycle\ (D) = \frac{OCR1A}{TOP} \times 100\%$$

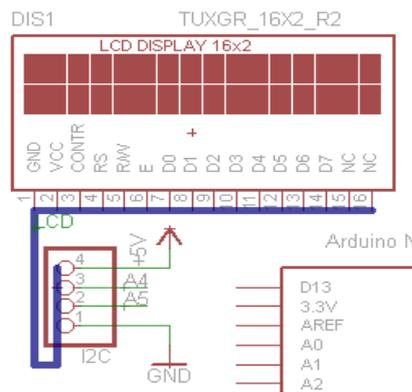
Skema rangkaian keseluruhan generator PWM berbasis arduino nano sebagai berikut:



Gambar.3.5 skema rangkaian PWM

Pada rangkaian PWM di atas, dapat di jelas mengenai fungsi maupun kegunaan sebagai berikut:

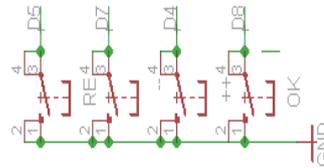
1. LCD Im16 dan I2C



Gambar 3.6 lcd dan i2c

Pada gambar 3.6 terdapat komponen lcd Im16 dan I2C sebagai output penampil dari program arduino nano. Pada I2C terdapat 4 pin yaitu vcc, gnd, sda, dan scl yang terhubung pada board arduino nano pada pin vcc, gnd, A4 dan A5.

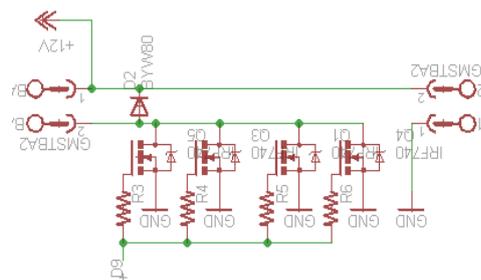
2. Pust Button



Gambar 3.7. pust button

Pada gambar 3.7. pust button berjumlah 4 buah, memiliki fungsi di antaranya yaitu ok, pull up, pull down dan return. Masing-masing pust button akan terhubung ke pin 8, pin 7 pin 5 dan pin 4 arduino nano. Pust button merupakan salah satu bentuk inputan dari board arduino nano.

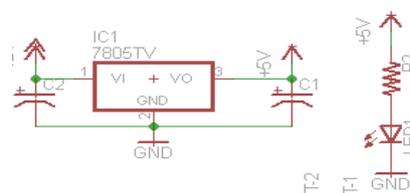
3. Driver MOSFET



Gambar 3.8. driver MOSFET

Pada gambar 3.8. terdapat 4 buah MOSFET tipe IRFZ44N dan resistor 10k digunakan untuk mendriver arus sebesar 100 ampere dengan gelombang PWM arduino nano pada pin 9. Pada pin 9 merupakan output gelombang PWM.

4. Regulator Power 5 Volt



Gambar 3.9. regulator Power 5 Volt

Pada gambar 3.9 terdapat 2 buah capacitor 470 mF digunakan untuk menapis triple gelombang yang masuk ke IC lm7805. IC lm7805 merupakan regulator tegangan 5 volt yang digunakan untuk mensupply tegangan *board*

arduino nano. Sedangkan resistor 220 ohm dan sebuah LED 3mm digunakan untuk indikator generator PWM.

5. Perancang *software*

Untuk perancangan *software* digunakan aplikasi Arduino IDE sebagai *coding* untuk memasukan Algoritma ke dalam mikrokontroler. Untuk perancangan *software* arduino nano dapat dilihat dari *flowchart* pada lampiran C.

3.3. Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk mengecek generator HHO ini beroperasi dengan baik atau tidak. Indikator yang penting dalam uji ini adalah apakah timbul kebocoran pada generator tersebut. apakah timbul kebocoran gas HHO pada sambungan pipa PVC dan bagian lainnya. apakah listrik mengalir dengan baik atau tidak. dan apakah gas HHO dihasilkan atau tidak. Uji fungsional juga dilakukan pada generator PWM. dengan indikator antara lain: apakah gelombang PWM dapat dihasilkan. apakah rentang frekuensi yang terjadi sesuai dengan yang diinginkan. apakah *duty cycle* sesuai dengan yang diinginkan Sedangkan pada transistor MOSFET diuji apakah transistor ini dapat menyalurkan gelombang yang dihasilkan dari generator PWM ini menuju output dan bagaimana bentuk gelombang yang terjadi pada bagian output. Bila seluruh indikator tersebut sudah berjalan dengan baik. maka penelitian bisa dilanjutkan ketahap selanjutnya. namun bila ada masalah pada salah satu indikator tersebut maka harus segera diperbaiki sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Pada ujicoba ini juga dilakukan pengukuran daya dan debit gas HHO yang dihasilkan pada larutan dengan konsentrasi KOH 20 gram/ 2 liter.:

3.4. Pengambilan Data dan Analisa

Setelah alat melewati proses uji fungsional dan alat telah berfungsi dengan baik serta sesuai dengan perancangan atau perencanaan, maka proses selanjutnya adalah pengambilan data meliputi tegangan yang di butuhkan

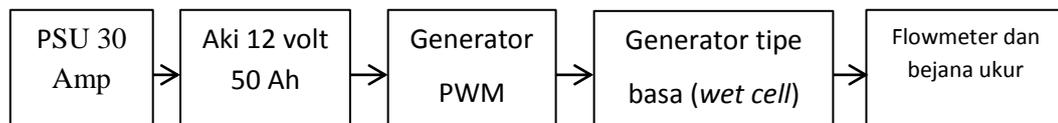
generator HHO, ampere yang di butuhkan generator HHO, temperature kerja generator HHO serta waktu yang di butukan untuk mengukur gas HHO dalam 250cc dilanjut analisis meliputi perhitungan laju produksi gas HHO, spesifik gas produksi (SGP) generator HHO, dan efisiensi generator gas HHO.

3.5. Penyusunan Laporan

Bagian akhir dari proses perancangan dan pembuatan alat adalah penyusunan laporan. Data-data yang telah terkumpul dan analisis kemudian disusun dalam bentuk laporan akhir.

3.6. Diagram hubung antar komponen

Diagram hubung antar komponen adalah sebagai berikut:



Gambar 3.10 diagram hubung antar alat

1. Aki 12 volt 50Ah

Aki 12 volt 50 Ah digunakan untuk sumber tegangan ke generator tipe basa (*wet cell*) dengan mengubah variabel frekuensi dan *duty cycle* sehingga daya yang ke generator sel basa (*wet cell*) dapat di kontrol oleh generator PWM.

2. Swiching power supply 30A

Power supply ini digunakan untuk menstabilkan tegangan pada accu agar accu tidak mengalami drop tegangan pada saat terjadi proses produksi gas HHO.

3. Generator PWM

Generator PWM digunakan untuk kontrol frekuensi dan *duty cycle* dengan *board* mikrokontroler arduino nano untuk *switching* transistor

jenis MOSFET agar frekuensi dan *duty cycle* dapat di transfer ke generator tipe basa (*wet cell*).

4. Generator sel basa (*wet cell*)

Generator tipe basa (*wet cell*) merupakan suatu reaktor yang memecah unsur air H_2O menjadi H_2 dan O_2 dalam wujud gas dengan proses elektrolisis. Generator HHO dimana semua elektrodanya terendam di dalam elektrolit didalam tabung utama generator (bejana). Pada sel elektrolisis digunakan sel spiral dan di rangkai secara parallel.

5. *Flowmeter* dan bejana ukur gas HHO

Flowmeter digunakan untuk mengukur laju produksi gas HHO dengan memanfaatkan tekanan dalam tabung kaca. *Flowmeter* yang digunakan merupakan *flowmeter* regulator oksigen dengan skala 0-15 liter per menit dan 0-1.5 liter per menit. Bejana ukur gas HHO digunakan untuk mengukur debit gas HHO dengan kapasitas 250cc.

3.7. Peralatan Pendukung

1. Aki (Akumulator)

Aki ini digunakan sumber tegangan generator HHO .

Spesifikasi :

Merk : Nagoya

Buatan : Indonesia

Voltase : 12 volt

Type : N-50



Gambar 3.11 aki Nagoya

2. *Flowmeter*

Flowmeter merupakan instrumen / alat ukur yang digunakan untuk mengukur aliran dari suatu gas.

Spesifikasi:

Merk	:		Merk	:	
Buatan	:	Jepang	Buatan	:	China
Tipe	:	analog	Tipe	:	analog
Range	:	1-15 L/menit	Range	:	0.1-1.5 L/menit



Gambar 3.12 *flowmeter*

Sumber: <https://www.medicalogy.com/blog/mengontrol-asupan-oksigen-melalui-oksigen-regulator-dengan-aman/>

3. Voltmeter

Voltmeter digunakan untuk mengukur tegangan yang dibutuhkan oleh generator HHO.

Spesifikasi:

Merk	:	Dekco
Buatan	:	China
Tipe	:	DM133d



Gambar 3.13 Voltmeter

4. Clamp Ampere

Clamp Ampere digunakan untuk mengukur arus yang

Spesifikasi:

Merk : Uni-t 202A

Buatan : China

Tipe : Digital



Gambar 3.14 Clamp Ampere

5. Amperemeter

Amperemeter digunakan untuk menampilkan nilai output dari arus yang keluar dari aki akibat diberikannya beban dari generator HHO selama percobaan berlangsung.

Spesifikasi:

Merk : Heles

Buatan : china

Tipe : analog



Gambar 3.15 amperemeter

6. Infrared Thermometer

Thermometer digunakan untuk mengukur temperatur pada generator HHO.

Spesifikasi:

Merk : Benetech

Buatan : China

Tipe : G320



Gambar 3.16 thermometer

7. Power supply switching

Power supply tipe switching digunakan untuk suplay tegangan ke aki supaya tegangan pada aki stabil.

Spesifikasi :

Merk :

Buatan : China

Voltase : 12 volt

Maks Amp : 30 amp

Tipe : switching



Gambar 3.17 Power supply swiching

8. Multimeter digital

Multimeter digital digunakan untuk mengukur frekuensi, tegangan, dan arus yang dibutuhkan serta mengukur hambatan pada generator HHO.

Spesifikasi :

Merk : Winhy

Buatan : China

Tipe : 28II



Gambar 3.18. Multimeter digital

9. Oscilloscope

Oscilloscope digunakan untuk mengetahui bentuk gelombang PWM serta frekuensi yang di bangkitkan oleh arduino nano.

Spesifikasi:

Merk :

Buatan : Jepang

Tipe :



Gambar.3.19. Oscilloscope

10. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat massa bubuk KOH.

Spesifikasi:

Buatan : Japan

Tipe : Digital

Capacity : 1 gram-1000 gram

Readability : 1 gram



Gambar.3.20 Timbangan digital

11. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air aquades.

Spesifikasi :

Merk : Green life
Buatan : Indonesia
Tipe : SB-borodilicate-glass
Capasiti : 1000 ml



Gambar. 3.21 Gelas Ukur

3.8. Langkah Persiapan Pengukuran Laju Produksi Gas HHO

1. Tahap Persiapan

Dalam tahapan persiapan ini perlu diperhatikan langkah - langkah untuk pengujian laju produksi gas HHO sebagai berikut :

- a. Siapkan peralatan yang dibutuhkan.
- b. Siapkan campuran KOH dengan aquades atau larutan elektrolit. Dalam bentuk 2 liter aquades dicampur 20 gram KOH. Kemudian masukkan ke dalam generator gas HHO.
- c. Masukkan air ke dalam *water trap*
- d. Pastikan tidak ada sambungan yang bocor.
- e. Untuk menjaga agar tegangan saat pengujian stabil atau tidak drop, accu dihubungkan pada swiching power suplay pada saat pengujian.
- f. Pastikan alat pengukur arus, tegangan, dan termometer bekerja dengan baik.
- g. Sambungkan langsung *swiching power supply* ke baterai lalu ke generator HHO melalui kabel-kabel. Pastikan sambungan terminal positif dan terminal negatifnya sudah tepat.

2. Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk mengetahui performa generator gas HHO, langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

- Setting nilai frekuensi , nilai *duty cycle* ,dan waktu (30 menit) sesuai table yang telah di tentukan.
- Catat arus (Ampere), tegangan (Volt), temperature dan debit gas HHO (waktu per 250 cc) pada *flowmeter* pada saat pengisian gas HHO.
- Ulangi langkah a sampai b setiap 30 menit, Proses pengujian dilakukan secara kontinu sampai batas waktu 30 menit untuk melihat performa dari generator gas HHO.

Tabel 3.1. Contoh Lembar Data Pengujian Generator Gas HHO Tipe basa (*Wet Cell*)

N o .	Waktu Uji (menit)	Frekuensi (Hz)	Duty Cycle	Voltage (V)	Ampere (A)	Temp. (oC)	Waktu produksi 250cc gas HHO
1							
2							
3							
4							
5							