

## **HIDROGEN GENERATOR TIPE SEL KERING UNTUK KENDARAAN BERMESIN INJEKSI 1500CC**

**Achmad Husen<sup>1)</sup>; Nur Cholís<sup>2)</sup>**

Program Studi Teknik Mesin – FTI, Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jakarta, Indonesia. Email: cholís@istn.ac.id

### **ABSTRAK**

Pada kendaraan bermesin injeksi 1500cc standard yang ada dipasaran adalah menggunakan bahan bakar fosil, yang mana bahan bakar fosil dapat menimbulkan emisi gas buang, disamping itu dengan bertambahnya kendaraan berbahan bakar fosil membuat cadangan bahan bakar fosil didunia semakin hari semakin menipis. Untuk itu dilakukan perancangan Hidrogen generator tipe sel kering untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, dengan menambahkan hidrogen kedalam campuran bahan bakar fosil dan udara didalam ruang bakar, diharapkan dapat menurunkan emisi gas buang, menurunkan konsumsi bahan bakar fosil dan menaikkan performance mesin dari kondisi standard dengan cara menambahkan energy kalor pembakaran hidrogen kedalam ruang bakar, Adapaun metode yang dilakukan untuk mendapatkan hidrogen adalah dengan memisahkan hidrogen dari unsur air dengan proses elektrolisasi. Proses elektrolisasi adalah proses pemisahan unsur hidrogen dari air dengan jalan mengalir arus listrik DC, proses ini terjadi didalam hidrogen generator. Hidrogen generator ini menghasilkan energy kalor sampai dengan 143 Kj/gram, dengan arus yang dibutuhkan sebesar 21.71A, dan tekanan operasi 1.82 Bar pada laju hidrogen 200 ml.menit. Selain itu proses elektrolisasi ini juga menghasilkan oksigen sebesar 0.825 Liter.

**Kata kunci:** *Hidrogen generator, Elektrolisasi Air, Hidrogen.*

### **1. PENDAHULUAN**

Hidrogen dihasilkan oleh Hidrogen generator tipe sel kering ini dengan jalan memisahkan hidrogen dan oksigen dari unsur air dengan proses elektrolisasi. Dimana proses elektrolisasi adalah peristiwa memisahkan molekul air menjadi hidrogen dan oksigen dengan cara memberikan arus listrik. Untuk mempercepat proses elektrolisasi, perlu ditambahkan NaOH sebagai katalisator.

Sumber energi listrik yang akan digunakan pada proses elektrolisasi air oleh Hidrogen generator tipe sel kering ini didapatkan dari kelistrikan pada kendaraan bermesin injeksi ±1500cc. Hidrogen generator tipe sel kering ini dirancang menggunakan material yang tahan terhadap korosi yaitu material stainless steel 304 sebagai anoda dan katodanya. Antara anoda dan katoda dipisahkan oleh seal/insulator menggunakan bahan karet yang tahan terhadap suhu tinggi. Penghubung antar plat digunakan baut dari bahan karbon steel

Dengan perancangan hidrogen generator ini diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang disebabkan karena penggunaan energi fosil tersebut, karena hidrogen adalah unsur

yang berlimpah yang ada dimuka bumi. Hidrogen bisa didapat dari unsur air, dimana unsur ini masih mudah kita temukan dialam semesta.

### **Hidrogen Generator**

Proses elektrolisasi yang terjadi pada Hidrogen generator adalah, ketika arus listrik DC dialirkan melalui anoda dan katoda, listrik akan mengalir melalui plat dan merambat melalui air diantara plat tersebut, sehingga proses elektrolisasi terjadi, Lubang pada plat dibuat diposisi atas, karena masa jenis gas hidrogen lebih ringan, sehingga ketika proses elektrolisasi terjadi, Hidrogen terpisah dari unsur air, hidrogen akan menguap naik, gas Hidrogen ditampung dan dipisahkan dari uap air yang ikut melalui bubbler, dari bubbler inilah hidrogen akan dialirkan kedalam motor bakar injeksi.

Untuk sistem keamanan dari flash back yang terjadi, maka check valve dipasang sebelum pipa penyalur kedalam mesin dan sesudah bubbler, hal ini mencegah api merambat ke Hidrogen Generator. Didalam bubbler itu sendiri diisi air 25% dari tangki bubbler

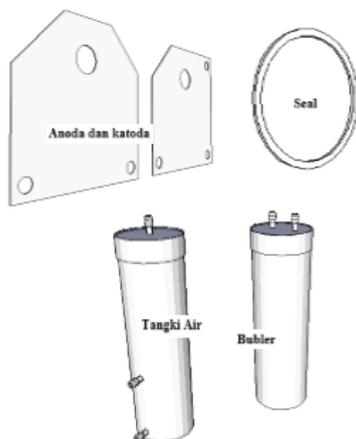
disamping untuk menyaring uap air, juga berfungsi sebagai pengaman dari flash back fire. Pada proses elektrolisa membutuhkan alat yang disebut dengan elektroliser, elektrolises merupakan suatu alat yang dapat menghasilkan hidrogen dengan cara mengelektrolisi air. Ada beberapa jenis elektroliser yang sering digunakan, yaitu:

**Hidrogen Generator (Elektroliser) Tipe Basah (Wet Cell)**

Elektroliser tipe basah (wet cell) merupakan alat yang dibuat dengan sistem luasan elektroda tercelup semua dengan larutan elektrolit di dalam suatu bejana. Hal tersebut membuat elektroliser tipe basah (wet cell) membutuhkan larutan elektrolit yang cukup banyak. Tipe basah (wet cell) ini mempunyai resiko cukup tinggi karena sewaktu-waktu bisa meledak akibat tekanan hidrogen yang di bejana terlalu tinggi.

**Hidrogen Generator (Elektroliser) Tipe Kering (Drycell)**

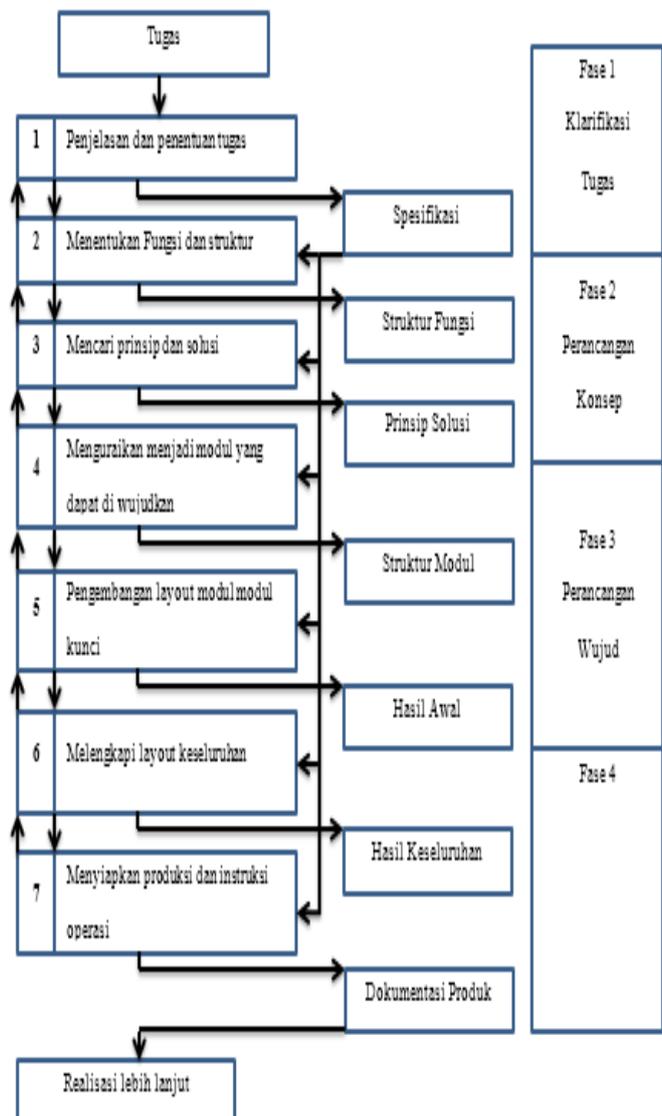
Elektroliser tipe kering merupakan kebalikan dari elektroliser tipe basah (wet cell), hal tersebut dapat diamati dari luasan elektroda yang terkena larutan elektrolit lebih sedikit dari pada tipe basah (wet cell) karena di tipe kering larutan elektrolit berada di antara plat (elektroda) dan gasket. Hal tersebut menjadikan tipe kering membutuhkan larutan elektrolit lebih sedikit untuk proses elektrolisis. Tipe kering ini lebih aman dari tipe basah (wet cell) karena tidak menimbulkan ledakan dan proses elektrolisisnya lebih cepat dari tipe basah.



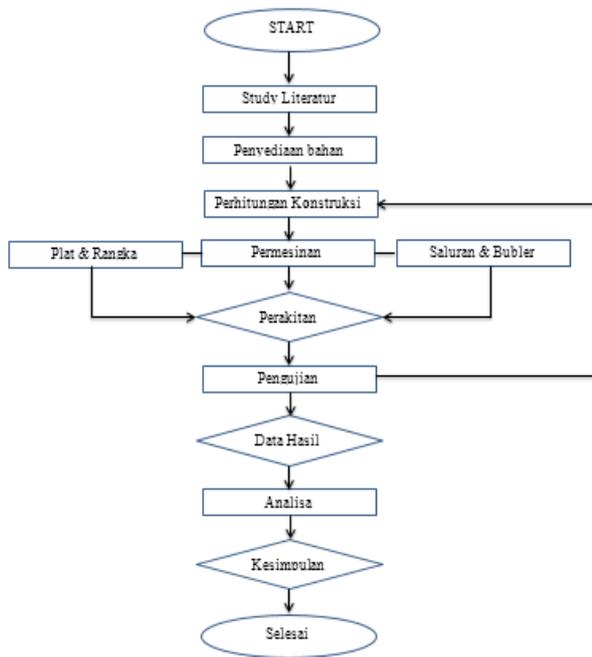
Gambar 1. Komponen Utama Hidrogen Generator

**2. METODOLOGI PENELITIAN**

Salah satu model proses perancangan yang sering digunakan adalah model VDI (Verein Deutscher Ingenieure) 2221 (N, Cross, 1994). Model VDI 2221 Gambar 2 menunjukkan struktur pendekatan umum dalam model VDI 2221. Model ini mebagi proses perancangan dalam tujuh tahap kerja, dimana masing masing tahap menghasilkan output yang berbeda, pendekatan umum yang digunakan dalam model VDI 2221 membantu para perancang untuk memahami proses parancangan secara lebih transparan dan rasional. Tahapan dalam proses perancangan terlihat pada Gambar 2 dan metodologi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Rig Pengujian Mini-CVT



Gambar 3. Diagram Alir Metodologi

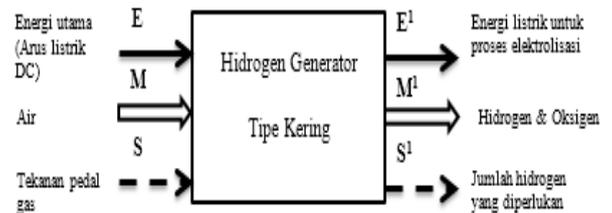
Untuk mempermudah proses penyeleksian varian maka dibuatkanlah sebuah tabel seleksi varian pada Tabel 1. Pada proses ini sering sekali sulit untuk memulai karakteristik prinsip solusi dengan data kumulatif, apabila acuannya adalah produksi dan biaya.

Tabel 1. Diagram pemilihan struktur kerja

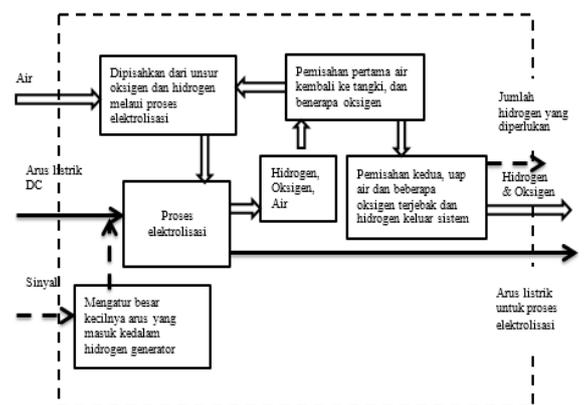
TEKNIK MESIN ISTN	TABEL SELEKSI	Hal Tugas
Mencantumkan Solusi Variant (SV)	Evaluasi Solusi Variant (SV) dengan <u>PEMILIHAN KRITERIA</u>	<u>KEPUTUSAN</u> Keputusan tanda solusi variant (SV)
	(+) Setuju	(+) Meningkatkan solusi
	(-) Tidak	(-) Menghilangkan solusi
	(?) Kurang informasi	(?) Mengumpulkan solusi
	(!) Periksa spesifikasi	(!) Periksa spesifikasi
	Memenuhi tugas keseluruhan	Keputusan
	Memenuhi kebutuhan keseluruhan	
	Prinsip rasional dari daftar kehendak	
Efisiensi tempat		
Sesuai dengan keinginan perancang		
Perawatan dan keselamatan		
Biaya yang diijinkan		
A B C D E F G Keterangan		
SV		
V1	1 + + - - - - -	Tidak sesuai -
V2	2 + + + + + + +	Sesuai +
V3	3 + + + - - + +	Tidak sesuai -

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan varian berdasarkan pada konsep perancangan mesin Hidrogen generator tipe sel kering dimana sebagian dari jenis varian memang sudah ada dan selebihnya berasal dari perancangan itu sendiri. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk varian yang benar sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Seperti terlihat pada diagram struktur pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Diagram Struktur Fungsi keseluruhan timbal balik



Gambar 5. Diagram Lengkap Struktur Fungsi sistem timbal balik

Prinsip solusi varian yang sudah didapatkan tergambar pada Tabel 2. Tabel tersebut terdapat anak panah yang menunjukkan arah pemilihan dari sub fungsi, sehingga menjadi prinsip kerja secara keseluruhan yang memungkinkan untuk diwujudkan.

Masalah kombinasi prinsip kerja yang penting adalah memastikan bentuk dan keseluruhan ukuran dalam kombinasi kerjanya, hal ini dilakukan untuk memastikan aliran energi, material dan sinyal berpindah secara halus.

Dalam perancangan mesin Hidrogen generator tipe sel kering ini, untuk mengkombinasikan digunakan solusi secara sistematis antara prinsip solusi dan sub-fungsi menjadi sebuah solusi terbaik didalam prinsip

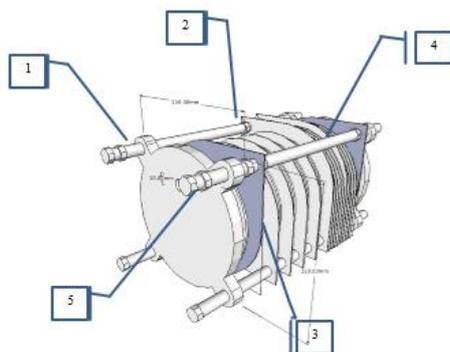
kerja. Kombinasi dari prinsip kerja diberikan sehingga mencapai beberapa varian yang berbeda.

**Tabel 2. Prinsip Solusi Varian 2**

No	Variabel	A	B	C	D
1	Tipe proses				
2	Profil Rangka				
3	Sumber Tenaga				
4	Profil Plat				
5	Profil Seal				
6	Tangki Air				
7	Bubler				

V2 Varian 2: 1B-2A-3A-4A-5B-6B-7A

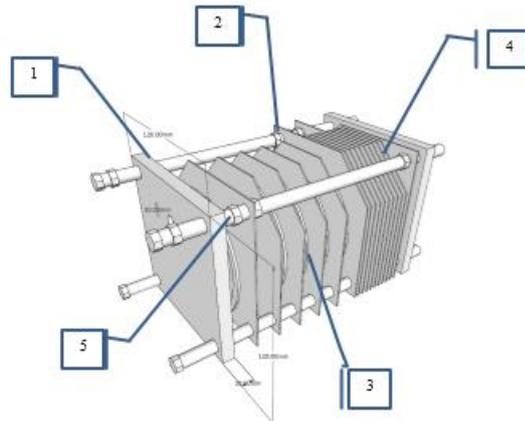
Pembentukan varian ini dibuat berupa konsep dasar saja yang ditampilkan berupa gambar pada setiap varian yang ada dan selanjutnya dilakukan evaluasi varian bentuk desain. Bentuk Bentuk varian tersebut dapat dilihat pada Gambar 6, 7 dan 8.



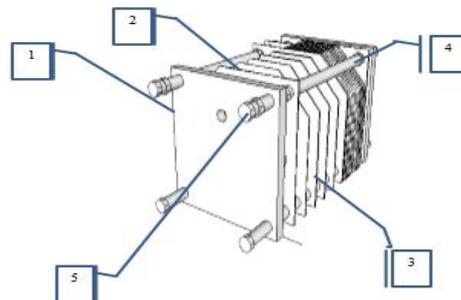
**Gambar 6. Mekanisme bentuk Desain Hidrogen generator tipe sel kering Varian 1**

Keterangan Gambar :

- Rangka (ditentukan sesuai dengan ruang yang ada,
- yaitu: (120mm x 120mmx200mm)
- Plat Anoda Katoda
- Seal
- Baut penghubung arus
- Mur pengunci dan sebagai konektor listrik



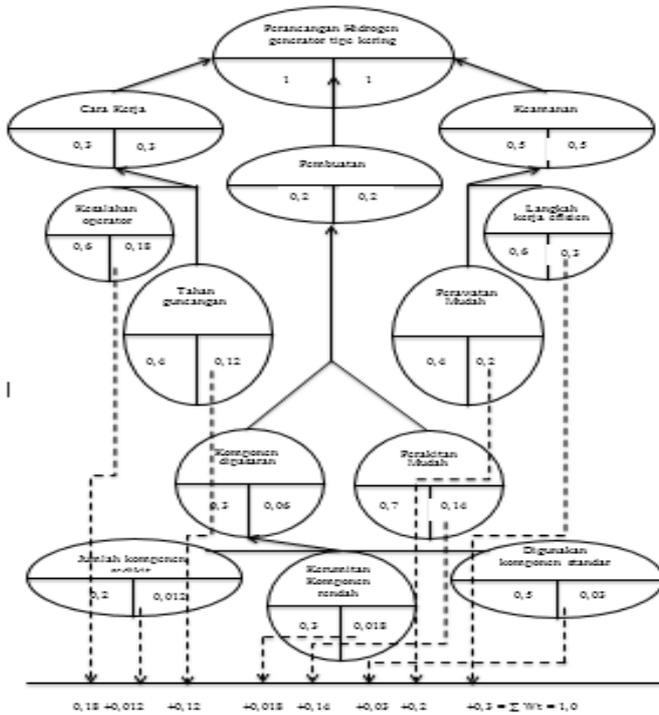
**Gambar 7. Mekanisme bentuk Desain Hidrogen generator tipe sel kering Varian 2**



**Gambar 8. Mekanisme bentuk Desain Hidrogen generator tipe sel kering Varian 3**

Dari ketiga alternatif pembentukan varian bentuk desain maka untuk menentukan pilihan yang paling memenuhi persyaratan yang ditetapkan pada perancangan perlu dibuat analisa seperti pada sebelumnya dengan tujuan untuk melihat alternatif varian yang paling memungkinkan.

Dalam perancangan mesin Hidrogen generator tipe sel kering ini, untuk mengkombinasikan digunakan solusi secara sistematis antara prinsip solusi dan sub-fungsi menjadi sebuah solusi terbaik didalam prinsip kerja. Kombinasi dari prinsip kerja diberikan sehingga mencapai beberapa varian yang berbeda.



Gambar 9. Objective Tree untuk perancangan Hidrogen Generator Tipex Kering

Evaluasi varian dan perhitungan rating di atas hasilnya dapat dilihat bahwa varian 2 memiliki bobot secara keseluruhan lebih baik dan lebih tinggi.

#### 4. SIMPULAN

- Dari hasil perhitungan kalor yang dihasilkan pada pembakaran sempurna 1 mol gas H<sub>2</sub> hasil elektrolisis, yang diukur pada suhu kamar besarnya entalpi sama dengan entalpi pembentukan 1 mol uap air. Dengan menggunakan arus listrik 21.71 ampere dan waktu yang sama dengan waktu yang digunakan untuk melakukan pembakaran bensin dengan kendaraan bermotor selama 10 menit ternyata diperoleh kalor 21.764 kJ. Jika dibandingkan kalor yang dihasilkan pada pembakaran 1 gram bensin (oktana) dengan 1 gram gas Hidrogen terlihat bahwa penambahan gas hidrogen dari elektrolisis kedalam ruang pembakaran akan menghasilkan tambahan energi yang cukup besar sehingga performa mesin akan lebih bagus dan lebih hemat dalam pemakaian bahan bakar.
- Pada pembakaran bensin dalam bentuk uap di ruang pembakaran mesin ternyata belum

dapat terbakar sempurna, terlihat dari hasil pembakaran masih terdapat 5% gas CO, ini dapat dipandang sebagai pemborosan energi. Hadirnya gas oksigen murni yang diperoleh dari hasil elektrolisis sebanyak 0.825 Liter pada suhu kamar, kontribusi gas oksigen ini akan sangat besar didalam membantu proses pembakaran, diharapkan pembakaran yang terjadi akan semakin sempurna dan performa mesin akan semakin tinggi serta pemakaian bahan bakar kendaraan bermotor akan semakin efisien.

- Dengan penambahan gas hidrogen dan gas oksigen pada ruang pembakaran, proses oksidasi dan performa mesin meningkat, diikuti dengan penurunan residu karbon pada ruang pembakaran, penurunan emisi gas buang CO, dan hidrokarbon/ bensin yang tidak terbakar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Ir. Chandrasa Soekardi, *Thermodinamika dasar*, Andi, Yogyakarta, pertama, 2015
- Ir. Hery Sonawan, MT, *Elemen Mesin*, Alfabeta, Bandung, Revisi, 2014
- Ir. Philip Kristanto, *Motor bakar Torak*, Andi, Yogyakarta, Pertama, 2015
- Carl R. Branan, *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, Elsevier, Third, 2005
- Anonim, *Rule For Construction of Pressure Vessel*, Section VIII Division 1, ASME, New York, 2010
- Bruce E. Ball. Ph.D, P. Eng, Will J. Charter, Ph.D. P.E., *ASME Section VIII Division 1 Pressure Vessels*, Canada, Third, 2002
- Rusminto Tjatur W., Nurhayati, Supa'at, *Proses elektrolisis pada prototipe "Kompox air" dengan pengaturan arus dan temperatur*, Jurnal penelitian, 2009
- Ika Marcelina Sari Dewi, Iman Rochani, Heri Supomo, *Studi perbandingan laju korosi dengan variasi cacat coating pada pipa api 5L grade X65 dengan media korosi NaCl*, pertama, 2009
- Sri Lestari, ST, *Kumpulan Rumus Kimia*, Kawan Pustaka, enambelas, 2009