

RANCANG BANGUN ELECTROLYZER SISTEM DRY CELL UNTUK PENGHEMATAN BAHAN BAKAR KENDARAAN BERMOTOR

Electrolyzer Dry System Design for Saving Fuel Cell Vehicle

Murjito

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Email: murjito1967@gmail.com

ABSTRACT

HHO gas is the result of the electrolysis of water which has been used as a fuel mixture in combustion engines. The application of HHO gas injection regardless of the uncontrolled burning can degrade the quality. In this research, design and manufacture of Dry Cell Elektrolyzer system and testing the characteristics of electrolysis HHO gas. This tool uses only pure distilled water medium is inserted into the tube available. In addition, NaOH or KOH is also used as an ingredient. The addition of HHO gas on combustion engines to improve the quality of combustion because gas has a calorific value and high octane. Current setting is done via Pulse Width Modulation (PWM) to vary the gas production. Gas production can be setup became active at rpm above idle and the gas flow rate can be varied based on the spin machine.

Keywords: Elektrolyzer, Electrolysis, Dry Cell, HHO Gas Production

ABSTRAK

Gas HHO adalah hasil dari elektrolisis air yang telah digunakan sebagai campuran bahan bakar dalam mesin pembakaran. Penerapan injeksi gas HHO terlepas dari pembakaran yang tidak terkontrol dapat menurunkan kualitas. Dalam penelitian ini, desain dan pembuatan sistem Dry Cell Elektrolyzer dan menguji karakteristik gas HHO elektrolisis. Alat ini hanya menggunakan media air suling murni dimasukkan ke dalam tabung yang tersedia. Selain itu, NaOH atau KOH juga digunakan sebagai bahan. Penambahan gas HHO pada mesin pembakaran untuk meningkatkan kualitas pembakaran karena gas memiliki nilai kalori dan oktan tinggi. Pengaturan saat ini dilakukan melalui Pulse Width Modulation (PWM) untuk memvariasikan produksi gas. Produksi gas bisa diseting menjadi aktif pada rpm atas menganggur dan laju aliran gas dapat bervariasi berdasarkan putaran mesin.

Kata kunci: Elektrolyzer, Elektrolisis, Dry Cell, Produksi Gas HHO

PENDAHULUAN

Konsumsi Energi di Indonesia tiap tahun selalu meningkat yang cukup signifikan, hal ini disebabkan bertambahnya kendaraan bermotor, jumlah penduduk dan perkembangan industri yang selalu meningkat. Komposisi pemakaian energi di Indonesia adalah 55,66% minyak bumi, 28,57% gas alam, 15,34% batu bara, 3,11% tenaga air, dan 1,32% panas bumi. Dari data tersebut minyak bumi yang mendominasi, sedangkan keberadaan minyak bumi, gas alam dan batu bara tiap tahun selalau menyusut karena laju

penggunaan cukup tinggi. Peraturan presiden no 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, mengamanatkan bahwa tahun 2025, konsumsi energi Indonesia adalah batu bara 33%, gas alam 30%, minyak bumi 20%, dan energi terbarukan 17%. Energi terbarukan 17% disini terdiri dari nabati 5%, panas bumi 5%, biomassa, nuklir, air, surya dan angin 5%, serta batu bara yang dicairkan 2%. Disini hidrogen belum merupakan prioritas pemerintah dalam pengembangan energi di Indonesia.

Dari data diatas peneliti mencoba bentuk inovasi untuk menghemat energi/energi

terbarukan yaitu Rancang bangun Electrolyzer system Dry cell untuk Penghematan bahan bakar kendaraan bermotor, hasil rancangan alat ini dapat penghemat konsumsi bahan bakar dengan melakukan efisiensi energi pada kendaraan bermotor dengan menambahkan/menginjeksikan gas HHO (Brown gas) mesin pembakaran dalam bersama dengan BBM. Alat ini hanya menggunakan media air murni aquades yang dimasukkan ke dalam tabung yang tersedia. Selain itu juga dipergunakan juga NaOH atau KOH sebagai bahan campuran. Penambahan gas HHO pada mesin pembakaran dalam dapat meningkatkan kualitas pembakaran karena gas ini memiliki nilai kalor dan oktan yang tinggi.

Efek penambahan hidrogen pada mesin spark ignition (SI) dapat menaikkan efisiensi termal sebesar 14% dan emisi NO_x dapat berkurang hingga 95% (*SAE paper, Suzuki.T,2006*). Optimasi kondisi pembakaran pada mesin spark ignition dengan menambahkan hidrogen sebagai suplemen bahan bakar mampu menaikkan efisiensi lebih dari 25% (*SAE paper, J.A. Goldwitz, J.B. Heywood, 2005*). Dari penelitian sebelumnya telah dibandingkan injeksi hidrogen pada mesin spark ignition dengan karburator dan mesin dengan sistem injeksi. Hasilnya adalah mesin fuel injection dengan penambahan hidrogen mempunyai daya lebih besar dan resiko backfiring lebih kecil (*S. Verhelst, R. Sierens*).

Metode lain untuk menaikkan performa kendaraan adalah dengan injeksi air kedalam saluran masuk suplai campuran bahan bakar-udara. Pada uji coba kendaraan 225 cc spark ignition diperoleh hasil penurunan emisi gas buang CO dan HC (*LIPi, 2005*). Pada mesin diesel, injeksi air dapat mengurangi emisi NO_x hingga 82% dan torsi menjadi lebih besar (*R. Lanzafame. Michigan 1999*). Injeksi air pada mesin spark ignition dapat menghilangkan detonasi dan mengurangi NO_x lebih dari 50%, angka oktan naik dan meningkatkan kerja mesin antara 30% sampai 50% (*J. C. Christoper, J.B.D. Philip,*

Detroid (2008)). Dengan sistem injeksi air dapat mendinginkan mesin karena panas laten air yang tinggi. Eksperimen lebih lanjut berhasil meningkatkan daya mesin yang semula 2000 HP menjadi 3800 HP (*D. Labonte, Labonte MotorSports.*).

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan dan pengujian karakteristik dari elektroliser gas HHO system Dry cell dengan melalui model 9 ruang(chamber) tersusun seri dengan tegangan kerja tiap sel sebesar 2 volt dengan sistem pengendali laju produksi. Pengaturan arus dilakukan melalui Pulse Width Modulation (PWM) untuk memvariasikan produksi gas. Produksi gas dapat diseting mulai aktif pada putaran mesin diatas idle dan laju aliran gas dapat divariasikan berdasarkan putaran mesin.

METODE PENELITIAN

Perancangan merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dua orang atau dua kelompok orang dengan keahlian masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim perancang dan pembuatan produk oleh tim kelompok pembuat produk.

Pahl dan *Beitz* mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design : A Systematic Approach*. Cara merancang *Pahl* dan *Beitz* tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut adalah :

- Perencanaan dan penjelasan tugas
- Perancangan konsep produk
- Perancangan bentuk produk (embodiment design)
- Perancangan detail

Sebenarnya langkah-langkah dalam keempat fase proses perancangan diatas

tidaklah perlu dikelompokkan dalam 4 fase secara kaku, sebab seperti misalnya, pada langkah pada fase perancangan detail (fase ke-4) cara pembuatan komponen produk sudah diperlukan detail dan banyak lain contohnya seperti itu.

Setiap fase proses perancangan berakhir pada hasil fase, seperti fase pertama menghasilkan daftar persyaratan dan spesifikasi perancangan. Hasil setiap fase tersebut kemudian menjadi masukan untuk fase berikutnya dan menjadi umpan balik untuk fase yang mendahului. Perlu dicatat pula bahwa hasil fase itu sendiri setiap saat dapat berubah oleh umpan balik yang diterima dari hasil fase-fase berikutnya.

Perumusan syarat dan Spesifikasi Produk:

Tugas fase ini adalah menyusun spesifikasi produk yang mempunyai fungsi khusus dan karakteristik tertentu. Pada fase ini dikumpulkan semua informasi tentang semua persyaratan atau *requirement* yang harus dipenuhi oleh produk.

Pada fase ini ditetapkan lebih dulu persyaratan awal sbb:

- Beberapa tabung elektroliser, tabung bubbler dan ruang elektronik kontrol sudah terintegrasi sehingga lebih praktis dan tidak mudah bocor.
- Produksi gas mengikuti bukaan throttle valve atau putaran mesin sehingga penggunaan suplai listrik lebih efektif.
- Pengaturan arus elektroda dapat dilakukan melalui nilai putaran atau rpm mesin. Dengan metode ini rangkaian

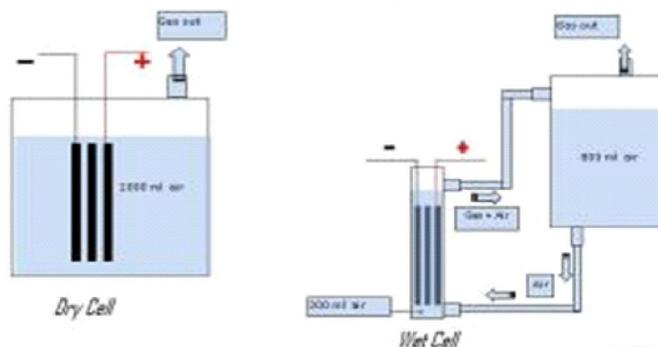
cukup dikoneksikan ke terminal negatif (-) coil pengapian sehingga pemasangannya lebih praktis.

- Kerja alat dapat diseting yaitu di atas temperatur kerja mesin.
- Higienitas gas yang diproses harus aman
- Bentuk, sistem dan tampilan dirahkan untuk keperluan komersial.

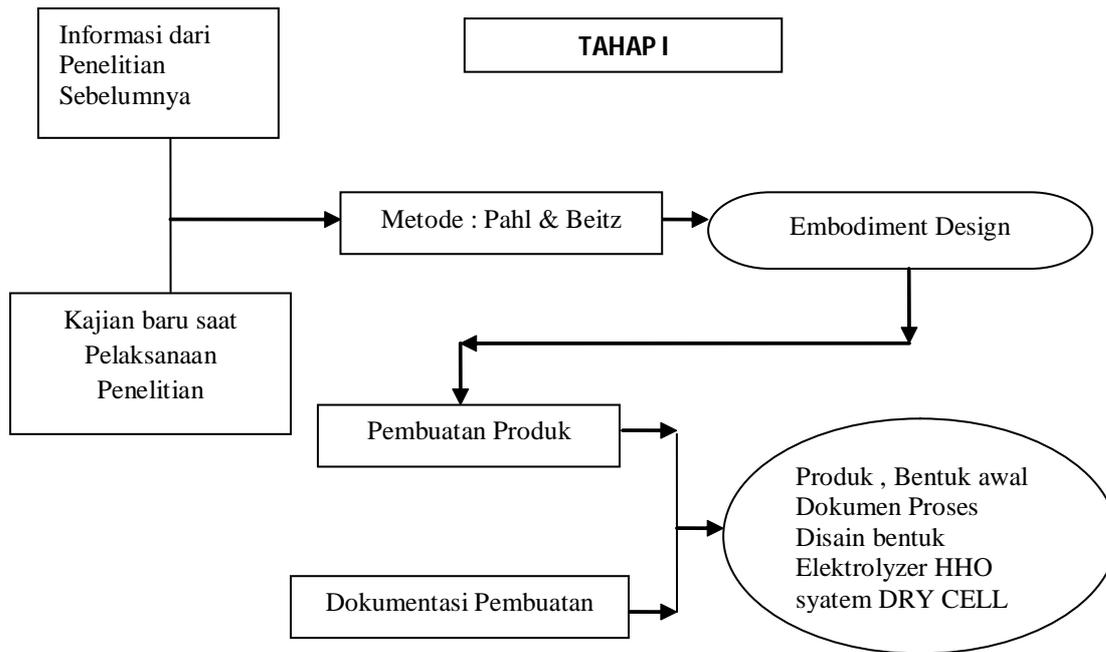
Selanjutnya dikembangkan persyaratan Pengembangan sebagai bagian dari penelitian ini

Konsep awal yang dijadikan referensi adalah konsep yang sudah ada dengan beberapa keunggulan dan kelemahan sehingga pada perancangan selanjutnya dapat dibuat rancangan yang lebih baik. Ditunjukkan pada gambar, terdapat tabung diisi dengan larutan elektrolit yang terdiri dari air dan tambahan KOH. Kemudian sepasang elektroda dimasukkan dan ditutup rapat dengan diberi saluran gas keluar untuk suplai mesin kendaraan. Elektroda diberi tegangan 12 volt dan akan terjadi proses elektrolisis dengan laju produksi gas relatif konstan.

Konsep awal yang dijadikan referensi adalah konsep yang sudah ada dengan beberapa keunggulan dan kelemahan sehingga pada perancangan selanjutnya dapat dibuat rancangan yang lebih baik. Ditunjukkan pada gambar, terdapat tabung diisi dengan larutan elektrolit yang terdiri dari air dan tambahan KOH. Kemudian sepasang elektroda dimasukkan dan ditutup rapat dengan diberi saluran gas keluar untuk suplai mesin kendaraan. Elektroda diberi tegangan 12 volt dan akan terjadi proses elektrolisis dengan laju produksi gas relatif konstan.



Gambar 1. Skema pemasangan HHO Dry cell



Gambar 2. Road Map Penelitian Tahun I

Perancangan Bentuk (Embodiment Design)

Dari diagram alir cara merancang *Pahl* dan *Beitz* dapat dilihat bahwa fase perancangan bentuk terdiri dari beberapa langkah, yang jumlahnya lebih banyak dari jumlah langkah-langkah pada fase perancangan konsep produk.

Pada fase perancangan bentuk ini, konsep produk “diberi bentuk”, yaitu komponen-komponen konsep produk yang dalam gambar skema atau gambar skets masih berupa garis atau batang saja, kini harus diberi bentuk, sedemikian rupa sehingga komponen-komponen tersebut secara bersama menyusun bentuk produk, yang dalam gerakannya tidak saling bertabrakan sehingga produk dapat melakukan fungsinya. Konsep produk yang sudah digambarkan pada *preliminary layout*, sehingga dapat diperoleh beberapa *preliminary layout*.

Preliminary layout masih dikembangkan lagi menjadi *layout* yang lebih baik lagi dengan meniadakan kekurangan dan kelemahan yang ada dan sebagainya. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap beberapa *preliminary layout* yang sudah dikembangkan lebih lanjut

berdasarkan kriteria teknis, kriteria ekonomis dan lain-lain yang lebih ketat untuk memperoleh *layout* yang terbaik. bentuk rancangan yang telah diperoleh, dicek / diuji kemampuan dalam melakukan fungsinya.

Pengecekan/ pengujian pada tahap ini adalah dengan membuat produknya, yaitu

Rancang bangun Electrolyzer system Dry cell untuk Penghematan bahan bakar kendaraan bermotor dan dilakukan uji dengan cara sbb:

- Laju aliran produk gas relatif konstan sehingga pada kecepatan tertentu tidak bermanfaat.
- Kenaikan produksi gas dikarenakan kenaikan tegangan terutama pada putaran mesin tinggi yang menyebabkan kenaikan temperatur dan korosi pada elektroda.
- Uap air yang ikut mengalir dalam produk gas dapat menempel pada saluran selang vakum maupun inlet mesin terutama pada kondisi mesin sudah dingin. Hal tersebut dapat meningkatkan resiko korosi pada komponen mesin.

- Mudah terjadi kebocoran terutama pada daerah sambungan dan terminal tegangan.
- Banyaknya tabung yang terpasang menyulitkan penempatan pada ruang mesin.

Selama pengujian ini dapat dilakukan modifikasi atau perbaikan dari sistem atau bentuk yang ada sehingga diperoleh *definitive layout*.



Gambar 3. Komponen Dry Cell HHO Electrolyzer

HASIL DAN PEMBAHAAN

Diskripsi Penelitian

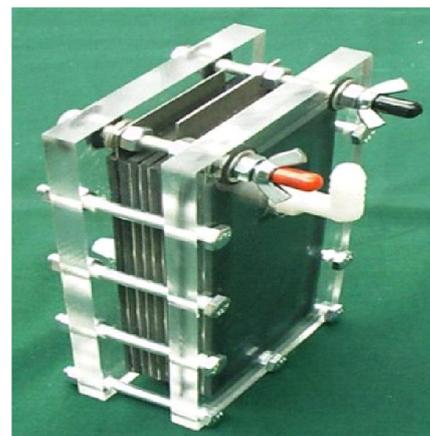
Salah satu bentuk efisiensi energi pada kendaraan adalah dengan menambahkan/menginjeksikan gas H₂O₂ (Brown gas) pada mesin pembakaran bersama dengan bahan bakar minyak (BBM). Gas H₂O₂ ini dihasilkan dari proses elektrolisis air dengan penambahan katalis KOH atau elektroda gas hidrogen (H₂) dan gas oksigen (O₂).

Gas ini selanjutnya dimanfaatkan untuk meningkatkan kandungan udara dalam engine (ruang bakar) kendaraan. Sifat gas hidrogen yang flammable akan meningkatkan daya ledak, sedangkan gas oksigen akan membantu meningkatkan kualitas pembakaran. Bahan bakar yang diperkaya hidrogen mampu menurunkan emisi gas NO_x dan HC. Mesin dengan bahan bakar konvensional yang diinjeksi hidrogen dapat menghilangkan knock dan

backfiring. Efek penambahan hidrogen pada mesin spark ignition (SI) dapat menaikkan efisiensi termal sebesar 14% dan emisi NO_x dapat berkurang hingga 95%. Optimasi kondisi pembakaran pada mesin spark ignition dengan menambahkan hidrogen sebagai suplemen bahan bakar mampu menaikkan efisiensi lebih dari 25%. Dari penelitian sebelumnya telah dibandingkan injeksi hidrogen pada mesin spark ignition dengan karburator dan mesin dengan sistem injeksi. Hasilnya adalah mesin fuel injection dengan penambahan hidrogen mempunyai daya lebih besar dan resiko backfiring lebih kecil.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan dan pengujian karakteristik dari elektroliser gas HHO system Dry cell dengan melalui model 6 ruang(chamber) tersusun seri dengan tegangan kerja tiap sel sebesar 2 volt, bahan plat SS316L, katalis NaOH/KOH, voltase 12 Volt (DC), kapasitas HH 0,323 liter/min (5A) samapai dengan 1,566 liter/min (25 A) dengan sistem pengendali laju produksi.

Pengaturan arus dilakukan melalui Pulse Width Modulation (PWM) untuk memvariasikan produksi gas. Produksi gas dapat diseting mulai aktif pada putaran mesin diatas idle dan laju aliran gas dapat divariasikan berdasarkan putaran mesin. Setelah melalui uji karakteristik, sistem suplai Brown gas kemudian diaplikasikan pada mesin mobil jenis karburator berkapasitas 1300 cc sebagai bahan bakar campuran, dan performa mesin diuji.

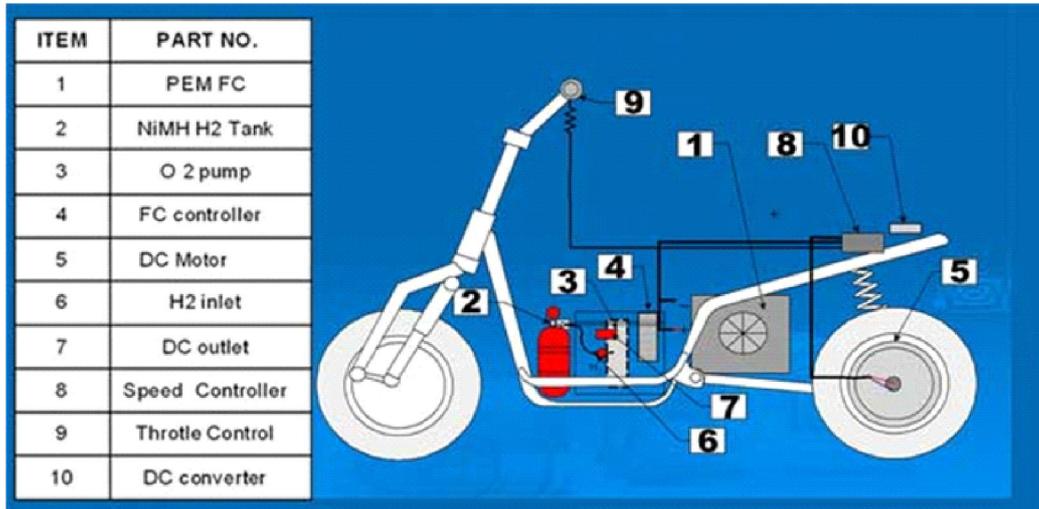


Gambar 4. Dry Cell HHO (Spesifikasi desain Electrolyzer HHO)

Spesifikasi Generator HHO:

Panjang x Tinggi x Tebal = 19 Cm x 19 Cm x 9,5 Cm , Jumlah Plat = 7 Lembar = 6 Sel , Bahan Plat = SS316L , Katalis = NaOH

/ KOH , Voltage = 12 Volt (DC) , Arus = 5 Ampere , Arus Maksimum = 25Ampere , Kapasitas HHO = 0,313 Ltr/Mnt (5 A) sampai dengan 1,566 Ltr/Mnt (25 A).



Gambar 5. Desain Pemasangan pada sepeda motor

Pada elektrolisis larutan elektrolit akan dihasilkan zat-zat hasil reaksi yang tergantung pada harga potensial reduksi ion-ion yang ada dalam larutan dan elektrode yang digunakan. Jumlah zat hasil elektrolisis bergantung besarnya jumlah listrik yang digunakan, untuk menghasilkan gas Hidrogen dan gas Oksigen dapat digunakan larutan elektrolit dari Kalium Hidroksida (KOH) atau menggunakan garam sulfat atau karbonat dari unsur-unsur golongan IA seperti Natrium Sulfat (Na_2SO_4), Natrium Karbonat (Na_2CO_3), Natrium Hidroksida (NaOH) atau garam lain yang mudah didapat dan ekonomis

Hanya saja, berdasarkan percobaan yang telah kami lakukan, penggunaan elektrolit yang mengandung Natrium (Na) akan menimbulkan kristalisasi garam Na pada saluran Udara tempat dimana diinjeksikan Gas HHO ke dalam ruang bakar, serta timbul kristalisasi garam Na pada Throttle.

Dari hasil perhitungan kalor yang dihasilkan pada pembakaran sempurna 1 mol gas H_2 hasil elektrolisis, yang diukur pada suhu kamar besarnya entalpi sama dengan entalpi pembentukan 1 mol uap air. Dengan menggunakan arus listrik 25 ampere dan

waktu yang sama dengan waktu yang digunakan untuk melakukan pembakaran bensin dengan kendaraan bermotor selama 12 menit ternyata diperoleh kalor 22,5531 kJ. Jika dibandingkan kalor yang dihasilkan pada pembakaran 1 gram bensin (oktana) dengan 1 gram gas Hidrogen = 48,333 kJ : 120,91 kJ. Dari hasil ini 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.



Gambar 7. Alat penghemat BBM system Dry Cell Elektroliser pada motor

Maka dengan penggunaan HHO generator konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit dibandingkan tidak menggunakan HHO generator. Dimana HHO generator mampu menggabungkan hydrogen dengan pengkabutan udara hasil dari bensin yang bercampur udara di ruang bakar kendaraan bermotor, yang menghasilkan efisiensi penggunaan bahan bakar sebesar 50% dari pemakaian normal.

Dengan memasang HHO generator di ruang mesin, isi HHO generator dengan air destilasi, aliri dengan listrik DC, dan HHO generator akan memproduksi gas HHO (hidrogen+oksigen) untuk disupply ke ruang bakar. Gas HHO disuplai ke ruang bakar melalui intake manifold atau filter udara. Arus listrik ke HHO generator hidup hanya setelah kunci kontak diputar ke posisi ON. Setelah kunci kontak OFF, maka EPB tidak bekerja. HHO generator disuplai dengan tegangan DC 12V, arus 5-25 A, dan tidak mengganggu kinerja alternator secara berlebihan, pada kendaraan roda dua (motor), DC 12V, arus 2-5A.

HHO generator juga mampu meningkatkan performa laju kendaraan bermotor secara cukup signifikan, menngkakan akselerasi spontan, dan memperpanjang umur komponen-komponen ruang bakar sepeda motor. Semakin besar perbandingan kompresi dari suatu motor maka semakin bagus kinerja yang dihasilkan oleh HHO generator.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Pembuatan *Electrolyzer*, Alat yang disebut electrolizer ini menghasilkan HHO (2 part Hydrogen + 1 Oxygen) gas yang sangat mudah terbakar yang kemudian HHO ini dimasukan ke ruang bakar pada kendaraan bermotor. Dengan adanya campuran BBM + HHO yang kaya ini memungkinkan

pembakaran menjadi lebih sempurna sehingga BBM menjadi efisien.

- *Dry Cell* adalah sebuah alat untuk memisahkan senyawa kimia antara gas hydrogen (H₂) dan oksigen (O₂) dari molekul air (H₂O) dengan menggunakan arus listrik (elektrolisis). Gas hydrogen hasil dari pemisahan inilah yang dapat berfungsi sebagai penambah tenaga pada mesin kendaraan.
- Spesifikasi Generator HHO: Panjang x Tinggi x Tebal = 19 Cm x 19 Cm x 9,5 Cm , Jumlah Plat = 7 Lembar = 6 Sel , Bahan Plat = SS316L , Katalis = NaOH / KOH , Voltase = 12 Volt (DC) , Arus = 5 Ampere , Arus Maksimum = 25Ampere , Kapasitas HHO = 0,313 Ltr/Mnt (5 A) sampai dengan 1,566 Ltr/Mnt (25 A)
- 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 karbomonoksida (CO), dan hidrokarbon/bensin yang tidak terbakar.

Saran

Saran pada penelitian ini adalah:

- Dalam penelitian ini dilakukan hanya membuat prototype untuk membuktikan bahwa alat ini berfungsi dan dapat kerja dengan baik maka perlu pengujian-pengujian, pengujian performa dari alat penghemat BBM ini akan kami lakukan pada penelitian berikutnya.
- Penelitian ini masih bersifat dasar untuk mendapatkan hasil yang lebih baik kami akan menerima masukan dan saran dari pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- R.F. Horng, Y.P. Chang, H.H. Huang, M.P. Lai, *Driving characteristics of a*

- motorcycle fuelled with hydrogen-rich gas produced by an onboard plasma reformer*, Int J Hydrogen Energy (2008).
- T. Suzuki, Y. Sakurai, *Effect of hydrogen rich gas and gasoline mixed combustion on spark ignition engine*, SAE paper no. 01-3379 (2006).
- J.A. Goldwitz, J.B. Heywood, *Combustion optimization in a hydrogen-enhanced lean-burn SI engine*, SAE paper no. 01-0251 (2005).
- S. Verhelst, R. Sierens, *Aspects concerning the optimisation of a hydrogen fueled engine*. Int J Hydrogen Energy; 26: 981–5 (2005).
- LIPI, *Pengujian Water and Air Injection*, Lab Motor Bakar LIPI (2008).
- R. Lanzafame, *Water injection effects in a single-cylinder CFR engine*. SAE Int. Congress and exposition Detroit, Micigan (1999).
- J. C. Christoper, J.B.D. Philip, *Effect of diesel and water co-injection with real time control on diesel engine performance and emissions*, SAE Int. World congress, Detroid (2008).
- D. Labonte, *Water Injection for Gasoline Engines*, Labonte MotorSports.
- Riza, Mukhlissatur.(2009)”*Pengaruh Kuat Arus Terhadap Produksi gas Hidrogen Melalui Metode Elektrolisis pada Kompor Bahan Bakar Air*”.Teknik Mesin UMM :Malang.
- Manubinuri, Sulis.(2010)”*Pengujian Elektrolisis Dengan Variasi Konsentrasi, Tegangan, Luasan Dan Temperatur Pada Sistem Brown Gas*”.Teknik Mesin ITS:Surabaya.
- Hamidy, Habib.(2010)”*Analisis Pemanfaatan Air Sebagai Energi Alternatif Pada Produk Kompor Skala Rumah Tangga*”.ITS:Surabaya.
- Ariana, Made.(2009)”*Kaji Eksperimen Pengaruh Penggunaan Gas Hasil Elektrolisis Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel*”.Teknik Mesin ITS:Surabaya.
- Lanz,Andre.(2001)”*Hydrogen Fuel Cell Engines and Related Technologies : Rev 0*” ,Palm Desert : Collage of the Desert.
- Anonim.”*Hidrogen*” <http://id.wikipedia.org/> (diakses tanggal 17 Juli 2010)
- Hanafi Isa, Mohammad,(2005) “*Hidrogen Bahan Api Masa Depan*”.