

ANALISIS PENGGUNAAN ELEKTROLISER TERHADAP EMISI GAS BUANG CO DAN HC PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH MERK SUZUKI SHOGUN 125 CC TAHUN PEMBUATAN 2010

Sigit Mahendro

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercubuana, Jakarta

Abstrak - Pada penelitian ini digunakan motor tipe 4 langkah merk Suzuki Shogun 125 cc dengan tahun pembuatan 2010. Pengambilan data uji emisi gas buang dilakukan ketika motor sebelum dan sesudah memakai elektroliser dengan berbagai campuran elektrolit. Data diambil berdasarkan perubahan putaran mesin mulai dari 1000 rpm sampai 4000 rpm. Hasil tertinggi untuk CO terjadi pada RPM 4000 dengan campuran elektrolit aquades dan 1 ½ sendok makan KOH dengan nilai 1,04 %. Sedangkan CO terendah terjadi pada RPM 3200 ketika motor tidak menggunakan elektroliser dengan nilai 0,07%. Untuk HC tertinggi ada pada RPM 1000 ketika motor tidak menggunakan elektroliser dengan nilai 382 ppm. Sedangkan HC terendah terjadi pada RPM 4000 dengan campuran elektrolit aquades dan KOH sebanyak ½ sendok makan sebanyak 20,33 %. Dimana nilai tertinggi CO₂ adalah 8,2% ada pada 2 campuran elektrolit yaitu campuran pertama adalah elektrolit aquades dengan KOH sebanyak 1 sendok makan dan campuran kedua adalah ketika motor menggunakan elektroliser dengan elektrolit hanya aquades saja. Sedangkan untuk nilai CO₂ terendah bernilai 4,1%. Berdasarkan pengambilan data-data tersebut, nilai emisi gas buang pada sepeda motor ini masih ada dibawah standar KEPMEN LH 05/2006.

Kata kunci: Elektrolisis, emisi gas buang sepeda motor

1. PENDAHULUAN

Polusi udara di Indonesia pada beberapa tahun terakhir ini semakin mengkhawatirkan, khususnya di DKI Jakarta. Dimana sebagai ibu kota negara, DKI Jakarta adalah kota yang memiliki permasalahan polusi yang sangat tinggi baik dari sektor rumah tangga, industri, dan transportasi. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh JICA dan BAPEDAL tahun tahun 1997, diketahui bahwa kendaraan bermotor adalah penyumbang emisi CO dan SO₂ terbesar di Jakarta, yang mencemari udara sebesar 599.180 dan 411.140 Ton/tahun, jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan *utility*/rumah tangga, industri, dan limbah padat

Untuk kepemilikan kendaraan roda empat, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh JICA dan BAPPENAS, diketahui bahwa rata-rata kepemilikan mobil per 100 penduduk adalah 20.7 dan rata-rata kepemilikan mobil per kepemilikan rumah adalah 1.2, yang setara dan bahkan melebihi negara maju. Dijelaskan pula bahwa, ada 28.8% penduduk yang tidak menggunakan kendaraan bermotor dan 78.2% menggunakan kendaraan bermotor, dengan komposisi, 52,7% menggunakan bus, 30.8% menggunakan mobil pribadi, 14.2% menggunakan sepeda motor, dan hanya 2.0% saja yang menggunakan kereta api.

Berdasarkan Asosiasi Industri Sepeda motor Indonesia (AISI), sepeda motor dalam 4 Tahun

terakhir ini mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Dimana dalam tahun 2014 saja produksi sepeda motor adalah 7,926,104 unit. Dengan bertambahnya sepeda motor, maka kebutuhan akan bahan bakar minyak pun semakin bertambah. Semakin banyak BBM yang terpakai, maka semakin banyak polusi yang diproduksi.

Salah satu teknologi baru yang sedang dalam pengembangan adalah Hidrogen *Electrolyzer*. Hydrogen *Electrolyzer* ini berupa tabung plastik yang komponen didalamnya berisi dua buah batang *stainless steel* diisi dengan aquades yang ditambahkan elektrolit selanjutnya dihubungkan pada aki motor untuk mengubah air menjadi gas H₂ dan O₂. Gas H₂ dan O₂ inilah yang akan digunakan sebagai sumber energi dalam mesin bakar. Elektrolit yang dipilih dalam tugas akhir ini adalah H₂O dan KOH karena keberadaannya mudah didapat dan murah, dimana peneliti mencoba memodifikasi system bahan bakar dengan cara menambahkan gas HHO hasil elektrolisis H₂O, serta KOH agar dapat mengurangi emisi gas buang pada kendaraan.

Dengan menambahkan gas H₂ dan O₂ pada ruang bakar, peneliti berharap proses oksidasi dan performa mesin akan meningkat, diikuti dengan penurunan residu karbon pada ruang bakar, serta penurunan emisi gas buang Karbonmonoksida (CO), dan hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Emisi Gas Buang

Emisi adalah gas buang dari sumber kendaraan bermotor sebagai hasil proses pembakaran di ruang mesin. (PERGUB PROVINSI DKI JAKARTA NO 92 TAHUN 2007). Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia kian meningkatkan angka konsumsi BBM di negeri ini. Berdasarkan data jumlah kendaraan bermotor dari BPS tahun 2011, dapat diestimasikan dalam satu hari saja konsumsi BBM bersubsidi melebihi angka 137 juta liter (<http://esdm.seruu.com>).

Pencemaran udara di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta pada umumnya bersumber dari kondisi lalu lintas kendaraan bermotor (sumber bergerak). Untuk mengetahui tingkat pencemaran udara yang disebabkan oleh lalu lintas kendaraan bermotor, yang secara otomatis dan kontinyu mengukur dampak polusi yang ditimbulkan.

Parameter-parameter yang diukur oleh stasiun pemantau ini adalah: Ozon, Sulfur Dioksida (SO_2), Nitrogen Monoksida (NO), Nitrogen Dioksida (NO_2), Nitrogen Oksida (NO_x), Karbon Monoksida (CO), Gas Metan (CH_4), Non Metan Hidro Karbon (NMHC), Total Hidro Karbon (THC), Partikel Debu dengan diameter < 10 mikron (PM10), Suhu dan Kelembaban, Kecepatan dan Arah Angin, Radiasi Sinar matahari.

Dengan meningkatnya emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, maka pemerintah pun melakukan berbagai upaya, termasuk salah satunya adalah Uji Emisi, dimana pemerintah memiliki aturan baku yang tertuang dalam peraturan pemerintah dan undang-undang yang dibuat.

Dengan dikeluarkannya Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2005 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 92 Tahun 2007 tentang Uji Emisi dan Perawatan Kendaraan Bermotor.

Melalui kegiatan-kegiatan tersebut, diharapkan kesadaran dan kepedulian masyarakat semakin meningkat untuk merawat kendaraan bermotornya dan mentaati Ambang Batas Uji Emisi sebagaimana diamanatkan Perda 2/2005 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Pergub 92/2007 tentang Uji Emisi Kendaraan Bermotor (Kewajiban Uji Emisi Kendaraan Bermotor setiap 6 bulan sekali), serta Pergub 31/2008 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.

Berdasarkan KEPMEN LH 05/2006 batas emisi gas buang yang dapat dilihat pada gambar 2.3.

Tabel 2.1 Tabel Kadar Emisi yang diijinkan berdasarkan jenis kendaraan.

A. KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI L

| Kategori | Tahun Pembuatan | Parameter | | Metode uji |
|---|-----------------|-----------|----------|------------|
| | | CO (%) | HC (ppm) | |
| Bepeda motor: 2 langkah | < 2010 | 4.5 | 12000 | File |
| Bepeda motor: 4 langkah | < 2010 | 5.5 | 2400 | File |
| Bepeda motor: (2 langkah dan 4 langkah) | > 2010 | 4.5 | 2000 | File |

B. KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI M, N DAN O

| Kategori | Tahun Pembuatan | Parameter | | | Metode uji |
|---|------------------|------------|-------------|--------------------|-----------------|
| | | CO (%) | HC (ppm) | Opasitas (% ESU) * | |
| Berpenggerak motor bakar ototus api (bensin) | < 2007 > 2007 | 4.5 1.5 | 1200 200 | | File |
| Berpenggerak motor bakar penyalakan kompresi (diesel) | | | | | Kecepatan Bebas |
| - GVM \leq 3.5 ton | < 2010 > 2010 | | | 70 40 | |
| - GVM > 3.5 ton | < 2010 > 2010 | | | 70 50 | |

Dalam penelitian ini emisi gas buang yang akan ditinjau sesuai dengan ketentuan pemerintah antara lain:

a. CO (Carbon Monoksida)

Karbon monoksida, rumus kimia CO, adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Ia

terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen.

Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon,

sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Karbon monoksida mudah terbakar dan menghasilkan lidah api berwarna biru, menghasilkan karbon dioksida.

a. HC (Hidro Carbon)

Hidrokarbon adalah sebuah senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H). Sebagai bahan pencemar udara, hidrokarbon dapat berasal dari proses industri yang diemisikan ke udara dan kemudian merupakan sumber fotokimia dari ozon. HC merupakan polutan primer karena dilepas ke udara ambien secara langsung, sedangkan oksidan fotokimia merupakan polutan sekunder yang dihasilkan di atmosfer dari hasil reaksi-reaksi yang melibatkan polutan primer.

Kegiatan industri yang berpotensi menimbulkan cemaran dalam bentuk HC adalah industri plastik, resin, pigmen, zat warna, pestisida dan pemrosesan karet. Diperkirakan emisi industri sebesar 10 % berupa HC.

Sumber HC dapat pula berasal dari sarana transportasi. Kondisi mesin yang kurang baik akan menghasilkan HC. Pada umumnya pada pagi hari kadar HC di udara tinggi, namun pada siang hari menurun. Sore hari kadar HC akan meningkat dan kemudian menurun lagi pada malam hari.

2.2 Proses Elektrolisis

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit. Elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektroda dan elektrolit. Pada elektrolisis, katoda merupakan kutub negatif dan anoda merupakan kutub positif. (Wikipedia, 2009)

Elektroliser merupakan alat bebas energi yang memanfaatkan air dan elektrolit dengan menggunakan prinsip elektrolisis.

2.2.1 Elektrolit

Larutan adalah yang antartzat penyusunnya tidak memiliki bidang batas dan bersifat homogen di setiap bagian campuran. Komponen larutan adalah pelarut dan zat terlarut. Elektrolit merupakan suatu zat yang ketika dilarutkan dalam air akan menghasilkan

larutan yang dapat menghasilkan arus listrik. Dalam penelitian ini elektrolit yang dipakai antara lain:

a. Air Suling

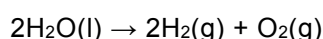
Air suling adalah air yang berasal dari proses distilasi (penyulingan). Sifat air sulit dalam elektrolit ini adalah sebagai pelarut. Air suling dapat dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit untuk mengisi tabung elektroliser. Larutan ini akan dicampur sodium bikarbonat (KOH). Volume air suling yang digunakan tergantung pada volume tabung yang digunakan. Air mineral juga dapat digunakan sebagai pengganti air suling, namun hal ini akan membuat risiko rusaknya elektroda semakin tinggi. Hal ini disebabkan kandungan logam dan mineral dalam air mineral masih cukup tinggi.[2]

b. KOH

Kalium Hidroksida, biasa disebut potas api dengan rumus KOH. Nama lain Kalium Hidroksida yaitu Kaustik Kalium, Potash Alkali, Potassia, Kalium Hidrat. KOH adalah senyawa kimia alkali kaustik yang mudah larut dalam air dan mudah terbakar. Zat ini cepat menyerap karbon dioksida dan air dari udara.

Sifat Fisik dan Kimia

| | |
|-------------------|--|
| amonias | |
| Reaktivitas | : Hidroskopis, menyerap karbondioksida |
| Bentuk | : Padat tetapi dapat dibentuk menjadi butir, stick, gumpalan dan serpih. |
| Warna | : Tidak berwarna (putih) |
| Bau | : Tak Berbau |
| Ph | : 13,5 (0,1 molar larutan) |
| Titik Lebur | : 360°C (68°F) |
| Titik Didih | : 1.320°C (2408F) – 1324°C |
| Massa molar | : 56,1056 gr/mol |
| Densitas | : 2,04 g/cm ³ pada 20°C |
| Kelarutan | : 121 gr/100 mL (25°C), 178 gr/100 mL (100°C) dalam air |
| Korosi | : Dapat merusak logam |
| Tekanan Uap | : 1.0 torr pd 714°C (1317°F) |
| (mm Hg) Berat Mol | : 56,1047 |
| Kelarutan | : larut dalam alkohol, gliserol, larut dalam meter, cairan |



Alat yang digunakan untuk menguraikan air menjadi hydrogen dan oksigen disebut dengan elektroliser (*electrolyzer*). Di dalam

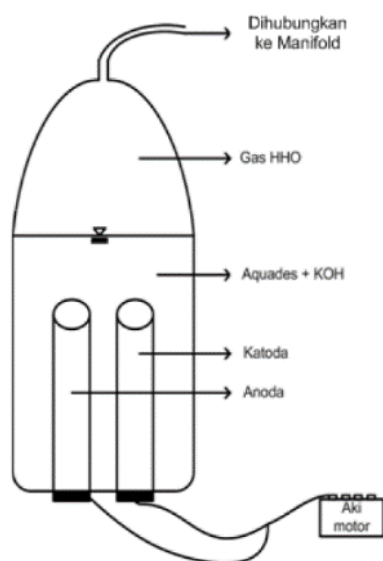
Proses Elektrolisis Air

Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan mengalirinya arus listrik. Proses ini disebut elektrolisis air.

elektroliser, air (H_2O) dipecah menjadi gas H_2 dan O_2 . Elektroliser menghasilkan hidrogen dengan cara mengalirkan arus listrik pada media air yang mengandung larutan elektrolit. Medan magnet akan mengubah struktur atom hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) pada air dari bentuk diatomik menjadi monoatomik.

Tegangan listrik dihubungkan ke dua buah elektroda atau dua buah plat (umumnya terbuat dari beberapa logam inert seperti platinum atau stainless steel) yang mana dicelupkan kedalam air. Hidrogen akan muncul pada katoda (elektroda bermuatan negatif, dimana elektron masuk ke dalam air), dan oksigen akan muncul pada anoda (elektroda bermuatan positif). Diasumsikan efisiensi faraday adalah ideal, jumlah hidrogen yang dihasilkan adalah 2 kali lipat dari jumlah mol dari oksigen dan keduanya adalah sebanding dengan jumlah muatan listrik yang dihantarkan oleh larutan. Namun dalam banyak sel persaingan reaksi samping mendominasi, menghasilkan produk yang berbeda dan kurang dari efisiensi faraday yang ideal.

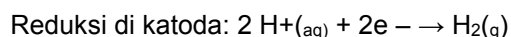
Elektrolisis air murni membutuhkan energi berlebih dalam bentuk overpotential untuk mengatasi berbagai hambatan aktivasi. Tanpa kelebihan energi, elektrolisis air murni terjadi sangat lambat atau tidak sama sekali. Hal ini sebagian disebabkan oleh ionisasi air yang terbatas. Air murni memiliki konduktivitas listrik sekitar sepersepuluh dari air laut. Banyak sel elektrolitik mungkin kekurangan kebutuhan akan katalis. Efisiensi dari elektrolisis meningkat melewati penambahan dari elektrolit (seperti garam, asam atau basa) dan penggunaan dari elektrokatalis.



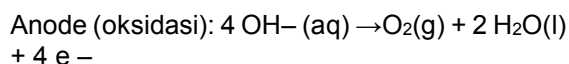
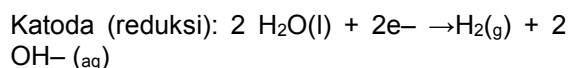
Gambar 2.1 Alat elektrolisis (*electrolyzer*)

2.2.2 Proses Reaksi Kimia

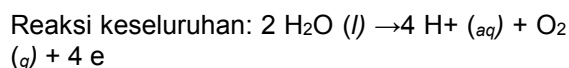
Dalam air murni pada katoda bermuatan negatif, reaksi reduksi berlangsung, dengan elektron (e^-) dari katoda yang diberikan kepada kation hidrogen untuk membentuk gas hidrogen (reaksi setengah seimbang dengan asam):



Setengah reaksi yang sama juga dapat diseimbangkan dengan basa seperti yang tercantum di bawah ini. Tidak semua setengah reaksi harus seimbang dengan asam atau basa. Banyak, seperti oksidasi atau reduksi air yang tercantum di sini. Untuk menambah setengah reaksi keduanya harus seimbang dengan baik asam atau basa.



Penggabungan kedua persamaan setengah reaksi menghasilkan dekomposisi keseluruhan yang sama dari air menjadi oksigen dan hidrogen:



Jumlah molekul hidrogen yang dihasilkan adalah dua kali jumlah molekul oksigen, dengan asumsi suhu dan tekanan yang sama untuk kedua gas. Gas hidrogen yang dihasilkan adalah dua kali volume gas oksigen yang dihasilkan. Jumlah elektron yang dilewatkan melalui air adalah dua kali jumlah molekul hidrogen dan empat kali dari jumlah molekul oksigen yang dihasilkan.

Berdasarkan persamaan reaksi tersebut, maka harga z untuk $\text{O}_2(\text{g})$ adalah 4. Dekomposisi air menjadi hidrogen dan oksigen pada tekanan dan temperatur standar secara termodinamik tidak berlangsung spontan, hal ini ditunjukkan oleh harga potensial reaksi standar yang berharga negatif dan energi bebas Gibbs yang positif. Proses tersebut "mustahil" dapat berlangsung tanpa penambahan suatu elektrolit dalam larutan dan sejumlah energi listrik. Elektrolisis air murni berlangsung sangat lambat. Untuk

mempercepat perlu ditambahkan elektrolit, seperti asam, basa atau garam. Pada elektrolisis air murni, kation H^+ akan berkumpul di anoda dan anion $-OH$ akan berkumpul di katoda. Hal ini dapat dibuktikan dengan menambahkan suatu indikator ke dalam elektrolisis air, daerah anoda akan bersifat asam sedangkan daerah katoda akan bersifat basa. Muatan ion ini yang akan mengganggu aliran arus listrik lebih lanjut sehingga proses elektrolisis air murni berlangsung sangat lambat. Hal ini juga merupakan alasan mengapa air murni memiliki daya hantar arus listrik yang lemah. Jika suatu elektrolit dilarutkan dalam air maka daya hantar air akan naik dengan cepat. Elektrolit akan terurai menjadi kation dan anion. Anion akan bergerak ke arah anoda dan menetralkan muatan positif H^+ sedangkan kation akan bergerak ke arah katoda dan menetralkan muatan negatif $-OH$. Hal ini menyebabkan arus listrik dapat mengalir lebih lanjut.)

Perlu dicermati dalam memilih elektrolit, karena akan terjadi persaingan antara anion dari elektrolit dengan ion hidroksida untuk melepaskan elektron (mengalami oksidasi), demikian juga terjadi pada kation dengan ion H^+ . Anion dengan harga potensial elektroda standard lebih kecil dibandingkan ion hidroksida akan mengalami oksidasi sehingga tidak dihasilkan gas oksigen, sedangkan kation dengan harga potensial elektroda standard lebih besar dibandingkan ion hidrogen akan mengalami reduksi sehingga tidak dihasilkan gas hidrogen. Kation Li^+ , Rb^+ , K^+ , C^+ , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , dan Mg^{2+} memiliki potensial elektroda lebih rendah dibandingkan H^+ sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai kation dari elektrolit. Litium dan sodium sering digunakan karena murah dan mudah larut

Anion sulfat (SO_4^{2-}) sangat sukar dioksidasi karena memiliki potensial oksidasi standard relatif besar, yakni 0,22 Volt, yang kemungkinannya akan diubah menjadi ion peroksidisulfat. Asam kuat seperti asam sulfat (H_2SO_4), dan basa kuat seperti kaliumhidroksida (KOH) dan sodium hidroksida (NaOH) sering digunakan sebagai zat elektrolit.

Elektrolisis air pada temperatur tinggi atau elektrolisis uap air merupakan suatu metoda yang sedang diteliti, yakni elektrolisis air dengan mesin kalor. Elektrolisis air pada temperatur tinggi ternyata lebih efisien dibandingkan elektrolisis tradisional pada temperatur kamar sebab sebagian energi disediakan dalam bentuk panas, yang lebih murah dibandingkan energi listrik, dan reaksi

elektrolisis menjadi lebih efisien pada temperatur yang lebih tinggi dengan total efisiensi sekitar 25-45%.

2.3 Mesin Otto (Motor Bakar 4 Langkah)

Motor otto adalah motor yang bekerja dengan cara memasukan panas dari percikan bunga api listrik dari busi pada campuran udara dan bahan bakar yang dikompresikan. Motor otto berbeda dengan motor diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara karena motor otto selalu menggunakan penyalaan busi untuk proses pembakaran.

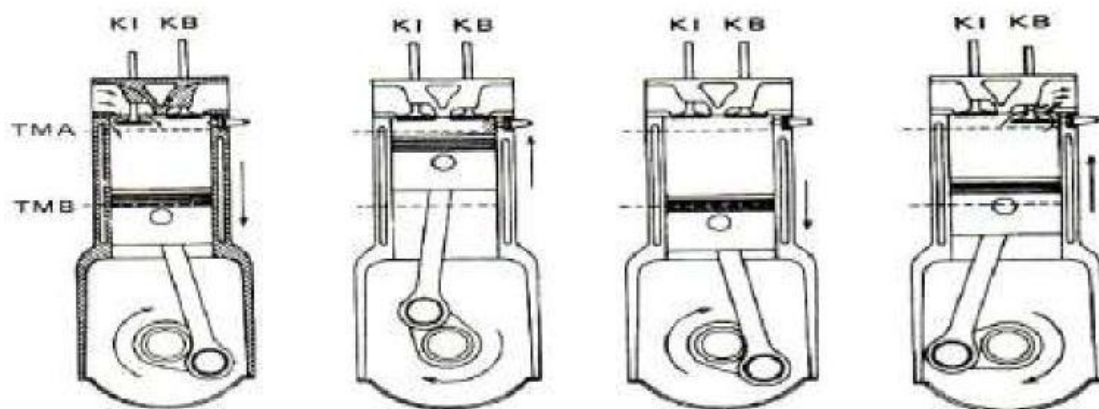
Motor otto dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi memercikan loncatan api listrik yang menyalakan pembakaran campuran bahan bakar dan udara, karena itu motor otto disebut juga Spark Ignition Engine. Karburator adalah tempat pencampuran bahan bakar dengan udara.

Pencampuran tersebut terjadi karena bahan bakar terhisap masuk atau disemprotkan kedalam arus udara segar yang masuk kedalam karburator. Campuran bahan bakar dan udara segar yang terjadi itu sangat mudah terbakar. Campuran tersebut kemudian masuk kedalam silinder yang dinyalakan oleh loncatan api listrik dari busi, menjelang akhir langkah kompresi. Pembakaran bahan bakar ini menyebabkan *engine* menghasilkan daya.

“Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol” (Hidayat, 2007: 11). Empat langkah torak tersebut terdiri dari langkah pengisian, langkah kompresi dan proses penyalaan, langkah ekspansi serta langkah pembuangan. Proses kerja ini terjadi berurutan dan berulang-ulang. Piston (torak) motor bergerak bolak balik dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) dan dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) pada langkah selanjutnya. Proses kerja motor empat langkah diselesaikan dalam empat langkah piston. Langkah pertama yaitu piston bergerak dari TMA ke TMB, disebut langkah pengisian. Langkah kedua yaitu piston bergerak dari TMB ke TMA disebut langkah kompresi. Langkah ketiga piston bergerak dari TMA ke TMB disebut langkah usaha. Langkah usaha ini terjadilah proses pembakaran bahan bakar (campuran udara dan bahan bakar) didalam silinder motor/ ruang pembakaran yang menghasilkan tenaga yang mendorong piston dari TMA ke TMB. Langkah keempat yaitu

piston bergerak dari TMB ke TMA disebut langkah pembuangan. Gas hasil pembakaran didorong oleh piston keluar silinder motor. Sehingga pada motor empat langkah proses kerja motor untuk menghasilkan satu langkah

usaha (menghasilkan tenaga) diperlukan empat langkah piston. Empat langkah piston berarti sama dengan dua kali putaran poros engkol. Empat langkah piston ini akan dijelaskan seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Motor Otto 4 (Empat) Langkah (Arismunandar, 2005:8)

2.3.1 Langkah Hisap

Arismunandar (2005:8) mengemukakan bahwa: Langkah hisap dimulai dari piston yang bergerak dari TMA (titik mati atas) menuju ke TMB (titik mati bawah). Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Ketika piston bergerak menuju TMB, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, campuran udara dan bahan bakar terhisap ke dalam silinder karena adanya tekanan udara diluar ruang silinder.

2.3.2 Langkah Kompresi

Arismunandar (2005:8) mengemukakan bahwa: Setelah mencapai TMB, piston bergerak kembali ke TMA, sementara katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Campuran bahan bakar dan udara yang terhisap sebelumnya terkurung di dalam silinder dan dimampatkan oleh piston yang bergerak ke TMA. Volume campuran bahan bakar dan udara itu menjadi kecil dan karena itu tekanan dan temperaturnya naik hingga campuran itu mudah sekali terbakar.

2.3.3 Langkah Kompresi

Arismunandar (2005: 9) mengemukakan bahwa: Dalam langkah ini, *engine* menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, campuran udara dan bahan bakar tersebut dibakar oleh percikan bunga api dari busi, sehingga terjadilah proses pembakaran yang mengakibatkan tekanan dan temperatur gas di

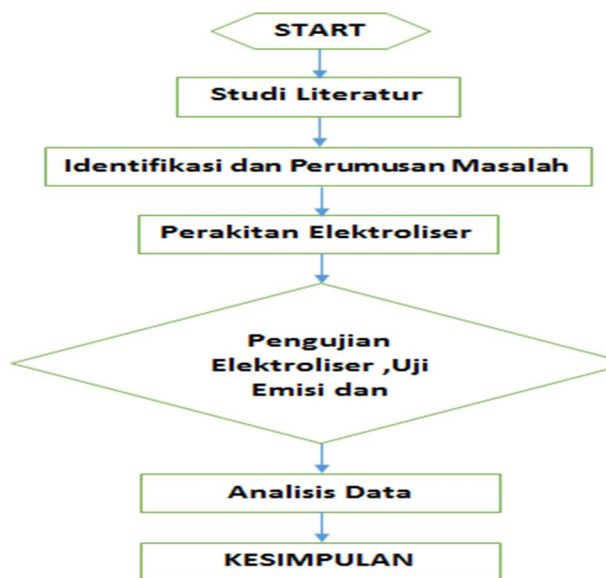
dalam silinder menjadi semakin tinggi. Gas pembakaran mendorong piston bergerak ke TMB, sementara katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup.

2.3.4 Langkah Buang

Arismunandar (2005: 9) mengemukakan bahwa: Apabila piston telah mencapai TMB, katup buang terbuka sedangkan katup hisap tetap tertutup. Piston bergerak kembali ke TMA mendorong gas pembakaran keluar dari dalam silinder melalui saluran buang (ekhaus manifold). Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan langkah berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam satu siklus yang terdiri dari empat langkah yaitu, 1 langkah hisap, 1 langkah kompresi, 1 langkah usaha, 1 langkah buang yang merupakan dasar kerja dari pada engine empat langkah

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Bengkel Otomotif Balai Besar Latihan Kerja – Serang (BBLKI-Serang), dan sepeda motor yang akan digunakan pada penelitian adalah sepeda motor tipe 4 langkah Merk Suzuki Shogun 125 CC dengan tahun pembuatan 2010, untuk lebih jelas akan dituangkan dalam diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan untuk membuat elektroliser adalah:

- 1) Mesin bor.
- 2) Alat potong (gergaji, tang potong, gunting, pemotong kabel).
- 3) Kikir dan amplas.
- 4) Ballpoint, pengaris, dan jangka sorong.
- 5) Obeng.
- 6) Kunci 10
- 7) Kunci 14
- 8) Multitester,
- 9) Tang Ampere.

Adapun bahan – bahan penunjang dalam pembuatan elektroliser adalah:

- 1) Tabung
- 2) Stainless Steel Tube
- 3) Mur , Baut, & Fitting Kabel
- 4) Lem Silikon
- 5) Diode 4 kaki
- 6) Selang L dan Selang Tahan Panas
- 7) Air Suling dan Gelas Ukur
- 8) Amperemeter
- 9) Gas Analyser
- 10) KOH

Dalam pembuatan elektroliser ini, peneliti mengikuti arahan pembuatan dari sebuah blog internet,
<http://scootermanado.blogspot.com/2008/12/tutorial-membuat-tabung-hidrogen.html>.

Pengujian ini dibagi menjadi 2, antara lain pertama Pengujian Elektroliser yaitu

memastikan bahwa elektroliser bekerja dengan baik dan yang kedua adalah pengujian Emisi Gas Buang dimana pada pengujian ini akan langsung di ukur oleh alat yang dinamakan Gas Analyzer.

Pengujian Elektroliser

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa elektroliser bekerja dengan baik. Selain itu pada proses pengujian elektroliser ini sekaligus dilakukan pengujian emisi gas buang dari hasil elektrolisis yang terjadi. Adapun beberapa data yang akan diambil antara lain:

- 1) Sebelum memakai electroliser,
- 2) Sesudah memakai electroliser dengan kapasitas Elektrolit I = 500 ml Aquades murni,
- 3) Sesudah memakai electroliser dengan kapasitas Elektrolit II = 500 ml Aquades + ½ sendok makan KOH.
- 4) Sesudah memakai electroliser dengan kapasitas Elektrolit III = 500 ml Aquades + 1 sendok makan KOH.
- 5) Sesudah memakai electroliser dengan kapasitas Elektrolit III = 500 ml Aquades + 1 ½ sendok makan KOH.

Pengujian ini dilakukan dengan parameter putaran (rpm) pada motor dengan kombinasi perubahan pada 1000 rpm sampai dengan 4000 rpm.

Adapun prosedur pada pengujian ini antara lain:

- 1) Buat rangkaian listrik seperti pada Gambar 3.15
- 2) Buatlah campuran elektrolit dengan ketentuan yang sesuai dengan data yang akan diambil
- 3) Nyalakan motor, lalu atur rpm motor dengan ketentuan – ketentuan data yang akan diambil

Pengujian Emisi Gas Buang

Pengujian Emisi Gas Buang ini menggunakan alat yang bernama Automotive Emission Analyzer (lihat Gambar 3.10). Adapun prosedur yang harus dilakukan dalam pengujian Emisi Gas Buang ini adalah:

- 1) Memanaskan kendaraan yang akan di uji emisinya.
- 2) Menyiapkan Alat Uji emisi dengan mengkalibrasi (zero calibration) dan pengosongan tabung (Purging).

- 3 Setelah siap (Stand by) masukkan probe ke knalpot sepeda motor.
- 4 Sepeda motor diberikan variasi putaran mesin dari putaran rendah ke tinggi.
- 5 Tekan Meas/enter Untuk memulai pengukuran.
- 6 Menekan Hold untuk pembacaan.
- 7 Setelah di dapat hasil pembacaan, tekan esc.
- 8 Keluarkan probe dari knalpot sepeda motor dan
- 9 Tekan Purgung untuk pengosongan tabung.

4. DATA DAN ANALISA

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada sepeda motor merk Suzuki Shogun 125 CC tahun 2010 maka didapatkan hasil data dengan memanfaatkan sistem kelistrikan yang dihasilkan dari spull motor dan variasi dari putaran mesin. Adapun hasil – hasil pengukuran antara lain:

Setelah diuji dengan RPM yang bervariasi dengan tanpa menggunakan elektroliser, maka didapatkan data sesuai dengan Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian rata-rata tanpa menggunakan elektroliser

| NO | RPM | WAKTU (s) | CO (%) | HC (PPM) | CO ₂ (%) |
|----|------|-----------|--------|----------|---------------------|
| 1 | 1000 | 120 | 0,08 | 382,00 | 4,10 |
| 2 | 1300 | 240 | 0,09 | 248,00 | 4,10 |
| 3 | 1600 | 360 | 0,09 | 119,00 | 4,60 |
| 4 | 2000 | 480 | 0,09 | 58,67 | 5,20 |
| 5 | 2400 | 600 | 0,08 | 22,67 | 6,30 |
| 6 | 3200 | 720 | 0,07 | 25,67 | 7,30 |
| 7 | 3600 | 840 | 0,10 | 24,67 | 7,20 |
| 8 | 4000 | 960 | 0,24 | 23,33 | 7,70 |

Ketika sepeda motor tidak memakai elektroliser, dengan bertambahnya putaran mesin maka kadar emisi CO dan CO₂ ikut meningkat, sedangkan kadar emisi HC semakin berkurang.

Pada percobaan kedua setelah diuji dengan RPM yang bervariasi menggunakan elektroliser dengan elektrolit, maka didapatkan data sesuai dengan Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data hasil pengujian menggunakan elektroliser dengan elektrolit hanya aquades saja

| NO | RPM | WAKTU (s) | Arus Amper e | CO (%) | HC (PPM) | CO ₂ (%) |
|----|------|-----------|--------------|--------|----------|---------------------|
| 1 | 1000 | 120 | 0,36 | 0,08 | 141,67 | 6,93 |
| 2 | 1300 | 240 | 0,42 | 0,08 | 137,67 | 7,03 |
| 3 | 1600 | 360 | 0,5 | 0,09 | 65,00 | 7,53 |
| 4 | 2000 | 480 | 0,52 | 0,12 | 46,67 | 7,73 |
| 5 | 2400 | 600 | 0,76 | 0,10 | 34,33 | 8,07 |
| 6 | 3200 | 720 | 1,1 | 0,25 | 45,00 | 8,50 |
| 7 | 3600 | 840 | 1,3 | 0,39 | 40,33 | 8,30 |
| 8 | 4000 | 960 | 1,4 | 0,55 | 32,67 | 7,20 |

Sama ketika sepeda motor tidak menggunakan elektroliser, dengan bertambahnya putaran mesin maka CO & CO₂ ikut meningkat sedangkan HC semakin berkurang.

Pada percobaan ketiga setelah diuji dengan RPM yang bervariasi menggunakan elektroliser dengan elektrolit campuran aquades dan KOH sebanyak ½ sendok makan, maka didapatkan data sesuai dengan Tabel 4.3. Percobaan ketiga ini dapat kita lihat, dengan bertambahnya putaran mesin maka CO & CO₂ ikut meningkat sedangkan HC semakin berkurang.

Tabel 4.3 Data hasil pengujian menggunakan elektroliser dengan campuran elektrolit aquades dan KOH ½ Sendok Makan

| NO | RPM | WAKTU (s) | Arus Ampere | CO (%) | HC (PPM) | CO ₂ (%) |
|----|------|-----------|-------------|--------|----------|---------------------|
| 1 | 1000 | 120 | 1,86 | 0,10 | 108,67 | 6,60 |
| 2 | 1300 | 240 | 1,91 | 0,11 | 55,67 | 6,73 |
| 3 | 1600 | 360 | 1,96 | 0,15 | 36,33 | 7,20 |
| 4 | 2000 | 480 | 2,06 | 0,19 | 30,33 | 8,10 |
| 5 | 2400 | 600 | 2,17 | 0,22 | 31,00 | 7,50 |
| 6 | 3200 | 720 | 2,35 | 0,56 | 29,33 | 7,90 |
| 7 | 3600 | 840 | 2,39 | 0,70 | 26,00 | 7,70 |
| 8 | 4000 | 960 | 2,42 | 0,77 | 20,33 | 8,00 |

Pada percobaan keempat setelah diuji dengan RPM yang bervariasi menggunakan elektroliser dengan elektrolit campuran aquades dan KOH sebanyak 1 sendok makan, maka didapatkan data sesuai dengan Tabel 4.4. Dengan acuan ketika sepeda motor tidak menggunakan elektroliser, dengan bertambahnya putaran mesin maka CO & CO₂ ikut meningkat sedangkan HC semakin berkurang.

Tabel 4.4 Data hasil pengujian menggunakan elektroliser dengan campuran elektrolit aquades dan KOH 1 Sendok Makan

| NO | RPM | WAKTU (s) | Arus Ampere | CO (%) | HC (PPM) | CO ₂ (%) |
|----|------|-----------|-------------|--------|----------|---------------------|
| 1 | 1000 | 120 | 4,3 | 0,083 | 195,33 | 6,93 |
| 2 | 1300 | 240 | 5,2 | 0,090 | 120,00 | 7,30 |
| 3 | 1600 | 360 | 5,9 | 0,110 | 65,67 | 8,00 |
| 4 | 2000 | 480 | 6,3 | 0,233 | 44,00 | 7,80 |
| 5 | 2400 | 600 | 6,4 | 0,243 | 26,67 | 7,30 |
| 6 | 3200 | 720 | 6,6 | 0,550 | 34,67 | 8,00 |
| 7 | 3600 | 840 | 6,65 | 0,433 | 25,33 | 8,43 |
| 8 | 4000 | 960 | 6,8 | 0,860 | 23,00 | 7,90 |

Pada percobaan kelima setelah diuji dengan RPM yang bervariasi menggunakan elektroliser dengan elektrolit campuran aquades dan KOH sebanyak 1 ½ sendok makan, maka didapatkan data sesuai dengan Tabel 4.5 dibawah ini.

Pada Tabel 4.5 dapat kita lihat, dengan bertambahnya putaran mesin maka kadar emisi CO & CO₂ ikut meningkat sedangkan kadar emisi untuk HC semakin berkurang.

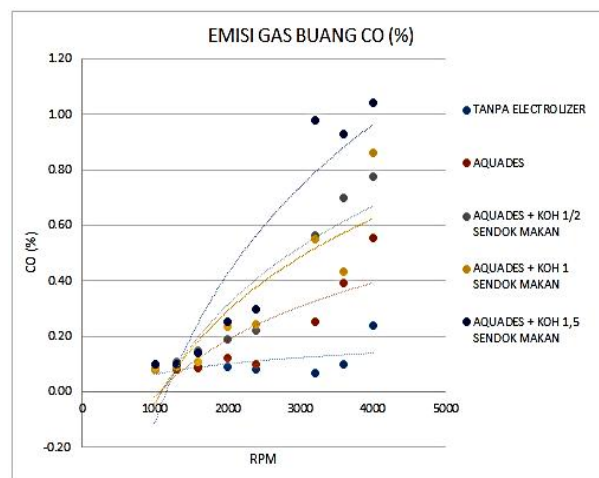
Tabel 4.5 Data hasil pengujian menggunakan elektroliser dengan campuran elektrolit aquades dan KOH 1,5 Sendok Makan

| NO | RPM | WAKTU (s) | Arus Amper e | CO (%) | HC (PPM) | CO ₂ (%) |
|----|------|-----------|--------------|--------|----------|---------------------|
| 1 | 1000 | 120 | 2,14 | 0,10 | 149,67 | 7,1 |
| 2 | 1300 | 240 | 2,38 | 0,10 | 94,33 | 7,1 |
| 3 | 1600 | 360 | 2,53 | 0,14 | 53,67 | 8,2 |

| | | | | | | |
|---|------|-----|------|------|-------|-----|
| 4 | 2000 | 480 | 2,79 | 0,25 | 29,67 | 8,1 |
| 5 | 2400 | 600 | 2,84 | 0,30 | 21,00 | 8 |
| 6 | 3200 | 720 | 2,83 | 0,98 | 49,33 | 7,3 |
| 7 | 3600 | 840 | 2,8 | 0,93 | 36,67 | 7,2 |
| 8 | 4000 | 960 | 2,82 | 1,04 | 35,00 | 7 |

4.1 Analisa Data Pengujian Emisi Gas Buang

Berdasarkan data-data yang dihasilkan dari pengujian emisi gas buang diatas, maka dapat peneliti analisa data-data tersebut kedalam sebuah grafik seperti dibawah ini:



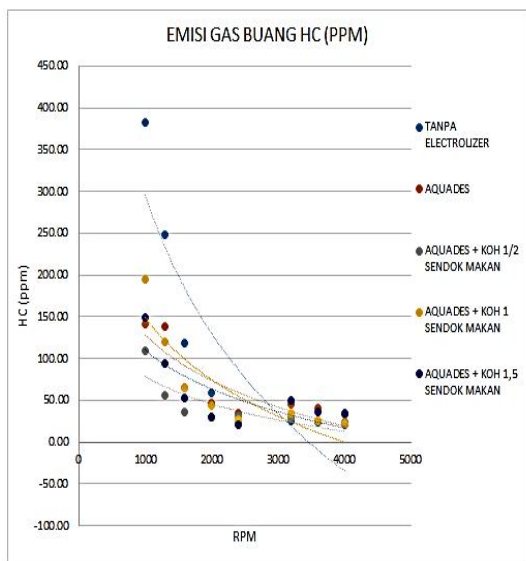
Grafik 4.1 Analisis Emisi Gas Buang untuk Carbon monoksida (CO)

Dapat kita lihat pada Grafik 4.1 adalah analisis emisi gas buang yang ditujukan pada pengukuran gas buang berupa Carbon Monoksida (CO). Berdasarkan Gambar 4.1 dapat kita lihat ketika putaran mesin kita naikan, maka kadar emisi CO pun semakin meningkat. Dapat kita lihat dalam grafik, bahwa dengan penambahan elektroliser pada sepeda motor, kadar emisi gas buang untuk CO tidak lebih baik jika dibandingkan ketika tidak memakai elektroliser. Kadar emisi gas buang semakin meningkat.

Dimana kadar tertinggi untuk CO terjadi pada putaran mesin 4000 rpm dengan campuran elektrolit aquades dan 1 ½ sendok makan KOH dengan nilai 1,04 %. Sedangkan untuk kadar CO terendahnya terjadi pada dengan nilai 0,24%.

Kadar emisi terbaik untuk CO adalah pada saat putaran mesin 3200 rpm ketika motor tidak menggunakan elektroliser dengan kadar emisi CO adalah 0,07 %, dimana kadar tertinggi untuk putaran 3200 rpm adalah 0,98% dimana sepeda motor menggunakan elektroliser

dengan aquades ditambah elektrolit KOH sebanyak 1 ½ sendok makan.



Grafik 4.2 Analisis Emisi Gas Buang untuk Hidro Carbon (HC)

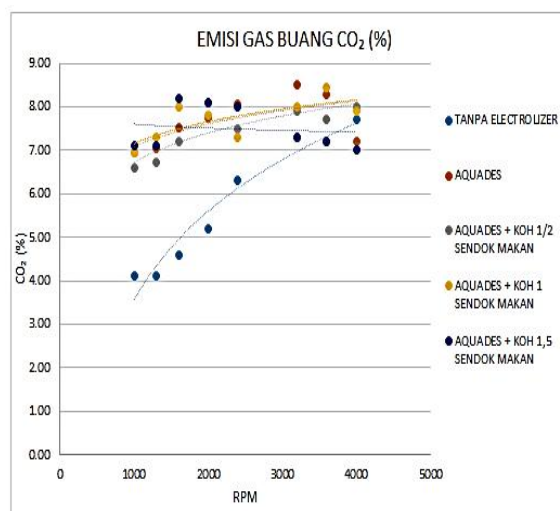
Berbeda hal dengan data pada Carbon Monoksida (CO), untuk Hidro Carbon (HC) dapat kita lihat pada Grafik 4.2 yang merupakan gambar analisis emisi gas buang untuk Hidro Carbon (HC). Pada Grafik 4.2 kita dapat lihat dengan perubahan putaran mesin yang semakin tinggi, maka emisi gas buang untuk HC semakin menurun.

Dapat kita lihat pada Grafik 4.2 rata – rata perubahan emisi gas buang untuk HC ini lebih baik ketika sepeda motor menggunakan elektroliser. Kadar emisi gas buang HC tertinggi terjadi ketika putaran mesin 1000 rpm dengan nilai 382 ppm ketika sepeda motor tidak menggunakan elektroliser, dimana kadar emisi terendah pada putaran mesin yang sama terjadi ketika sepeda motor menggunakan elektroliser dengan campuran aquades dan KOH sebanyak ½ sendok makan dengan kadar emisi sebesar 108,67 ppm.

Sedangkan kadar emisi HC terendah berada pada putaran mesin 4000 rpm dengan campuran aquades dan KOH sebanyak ½ sendok makan sebesar 20,33 ppm, dimana nilai tertinggi kadar emisi gas buang pada putaran mesin yang sama adalah 35 ppm ketika sepeda motor menggunakan elektroliser dengan campuran aquades dan 1 ½ sendok makan KOH.

Pada pembacaan emisi gas buang CO₂ ini cenderung konstan, tapi dapat kita lihat perbedaan pada Grafik 4.3 yang merupakan

analisis emisi gas buang untuk Carbon Dioksida (CO₂). Pada Grafik 4.3 dapat kita lihat dimana semakin tinggi RPM maka emisi gas buang untuk CO₂ semakin tinggi.



Grafik 4.3 Analisis Emisi Gas Buang untuk Carbon Dioksida (CO₂)

Kadar emisi untuk CO₂ pun paling rendah berada pada putaran mesin 1000 rpm ketika sepeda motor tidak menggunakan elektroliser yaitu sebesar 4,1 %n dan pada putaran yang sama didapat kadar CO₂ tertingginya adalah 7,1 % ketika sepeda motor menggunakan elektroliser dengan campuran aquades dan 1 ½ sendok makan KOH. Kadar emisi gas buang HC paling tinggi di hasilkan pada putaran mesin 3200 rpm ketika sepeda motor memakai elektroliser yang diisi aquades saja. Pada putaran mesin yang sama kadar emisi terendah terjadi ketika sepeda motor menggunakan elektroliser dengan campuran aquades dan 1 ½ sendok makan.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian analisis Penggunaan Elektroliser terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC pada Sepeda Motor 4 Langkah Merk Suzuki Shogun 125 CC Tahun Pembuatan 2010 maka peneliti dapat membuat kesimpulan berupa :

1. Dari beberapa campuran elektrolit pada penelitian, bahwa KOH hanya bekerja untuk mengurangi kadar emisi dari HC saja. Untuk kadar emisi gas buang CO dan CO₂ kita lihat tidak berpengaruh, bahkan kadar emisi gas buangnya melebihi acuan utama, yaitu ketika sepeda motor tidak memakai elektroliser. Nilai pengukuran CO yang tinggi kemungkinan diakibatkan oleh

percampuran yang kurang baik antara bahan bakar dan udara di ruang bakar. Dampak dari penggunaan elektroliser adalah meningkatnya nilai CO ketika putaran sepeda motor semakin bertambah sedangkan dengan bertambahnya putaran mesin maka kadar emisi HC semakin rendah.

2. Emisi gas buang CO paling rendah adalah pada saat sepeda motor tidak memakai elektroliser dengan nilai rata-rata adalah 0,11%. Sedangkan untuk emisi gas buang CO paling tinggi ketika sepeda motor menggunakan elektroliser dengan elektrolit Aquades dan tambahan 1 ½ sendok makan KOH..
3. Untuk emisi gas buang HC paling tinggi ketika sepeda motor tidak memakai elektroliser yaitu dengan nilai 382 ppm. Untuk emisi gas buang HC paling rendah ketika sepeda motor menggunakan elektroliser menggunakan elektrolit aquades dan KOH sebanyak ½ sendok makan dengan nilai 20,33ppm.
4. Nilai-nilai kadar emisi tersebut diatas masih dibawah standar emisi gas buang berdasarkan peraturan pemerintah.
5. Dari beberapa campuran elektrolit pada penelitian analisis Penggunaan Elektroliser terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC pada Sepeda Motor 4 Langkah Merk Suzuki Shogun 125 CC Tahun Pembuatan 2010 didapat hasil dengan campuran elektrolit yang optimal adalah ketika sepeda motor menggunakan elektroliser dengan campuran Aquades dan ½ Sendok Makan KOH.

DAFTAR PUSTAKA

- Suyuty, Achmad, (2011). Studi Eksperimen Konfigurasi Komponen Sel Elektrolisis Dalam Rangka Peningkatan Performa Dan Reduksi Sox-Nox Motor Diesel, ITS,.
- Aldhino Bhramantyo Putro, (2011). Kaji Eksperimental Pemanfaatan Elektrolisa Air Dengan Elektroda Coaxial Berlarutan Koh Untuk Meningkatkan Efisiensi Kompiler Gas, Jurusan Teknik Mesin, UNDIP.
- Arismunandar, W. 1983. *Penggerak Mula Motor Torak*. ITB Bandung.
- Arismunandar, W. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Edisi Kelima Cetakan Kesatu. Bandung, Penerbit ITB.
- Ismiyati., Marlita, Devi, & Saidah, Deslida. 2014. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog) - Vol. 01*.
- Siswanto, Lagiyono, & Siswiyanti. Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif. Universitas Pancasakti Tegal.
- Cahyono, Nurbudi, Subagsono, Drs., M.T., & Basori, S.Pd., M.Pd. Pengaruh Variasi Jumlah Plat *Stainless Steel* Dan Variasi Pemasangan Saluran *Brown Gas* Pada Elektroliser Terhadap Torsi Dan Daya Sepeda Motor Supra-X 125r Cw Tahun 2010. Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS.
- Fardiansah, Indrawan., Sudiby, Drs. C., MT, & Rohman, Ngatou, S.Pd., M.Pd. Pengaruh Penggunaan Elektroliser Kawat Tembaga Jenis Busi Terhadap Emisi Gas Buang CO Dan HC Pada Sepeda Motor Honda Beat Tahun 2010. Program Pendidikan Teknik Mesin JPTK UNS.
- Website : <http://www.aisi.or.id/statistic/>
- Website : http://bplhd.jakarta.go.id/01_ujiemisiartikel.php
- Website: http://bplhd.jakarta.go.id/01_pantauudara.php
- Website : <http://yohan.oprekblog.com>
- Website : <http://scootermanado.blogspot.com/2008/12/tutorial-membuat-tabung-hidrogen.html>
- Website : <http://engineeringxxx.blogspot.com/2013/09/motor-bakar.html>
- Website: <http://www.oprekpc.com/forum/printview.php?t=14301&start=0&sid=628146326c5aa7bc19d0a38033c92a3>