

PENERAPAN TEKNOLOGI HYBRID PADA KENDARAAN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH BERKAPASITAS 100 CC DENGAN MENGGUNAKAN ALTERNATOR

Rike Siswoyo¹, Tasrikin Agusrianto, Agung Rizki P., Aulia Zakia H.,
Renaldi S., dan Muhamad As'adi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta
Jl. R.S. Fatmawati Pondok Labu, Jakarta Selatan - 12450
Telp. 021 7656971

Abstract

Hybrid bike is a kind of vehicle that uses two main driving source gasoline as a source of fuel energy mechanical drive and electrical energy obtained through mechanical rotation hybrid motorcycle. By doing some testing it is found that the maximum power of the motor gasoline is 1.4 HP at 3800 rpm rotation and a maximum torque of 1.96 lb ft at 3400 rpm maximum spin . Obtained at maximum power an electric motor to drive the motorcycle is of 0.42 HP or if converted into units of watts to 313.194 W at 1750 rpm rotation and 1.28 ft lb of torque at 1620 rpm rotation. For the fuel consumption on this hybrid bike cycle uses a gasoline engine to produce 100 ml of premium mileage as far as 3.3 km with average speed average 40 km / h, while for the electric motor using a battery of 12 V / 104 A produces a distance 24, 1 km with average speed average 35 km / h. Thus, when combined gasoline engine and electric motor hybrid bike cycle then this could be a distance of 27.1 km and can eliminate the use of premium fuel and save as much as 730 ml of premium fuel costs Rp 4,745 (current premium price of Rp 6,500 per liter). The test results on the new oil has a viscosity value 15:23 when compared with used lubricant oil there is a decline of viscosity on a conventional engine to 39%, wheareas 11% for battery energy to be able to experience wear and tear involving material loss due to friction.

Key Words: hybrid, electric, motorcycle, four stroke, performance

PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya jumlah penduduk dan laju pertumbuhan ekonomi, menyebabkan kebutuhan energi menjadi meningkat pesat. Hal ini dikarenakan kecenderungan masyarakat untuk menggunakan kendaraan bermotor sebagai salah satu moda transportasi dalam melakukan aktivitas keseharian. Meningkatnya penggunaan bahan bakar untuk sepeda motor, mobil, dan industri, menyebabkan semakin menipisnya cadangan minyak bumi. Penghematan energi merupakan hal yang harus dilakukan terutama pada bahan bakar minyak (BBM), mengingat cadangan minyak bumi yang semakin menipis sementara kebutuhannya terus mengalami peningkatan. Maka para ahli tergerak melakukan penelitian untuk mencari berbagai bahan bakar alternatif sebagai bahan bakar yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap

minyak bumi, salah satunya adalah penggunaan teknologi *hybrid*.

Disamping itu tingginya pemakaian kendaraan bermotor mempengaruhi kualitas udara yang ada di sekitar. Emisi gas buang kendaraan bermotor yang dapat diidentifikasi diantaranya adalah karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NOx), sulfur dioksida (SOx), dan partikulat (PM10). Gas-gas tersebut dihasilkan oleh knalpot kendaraan bermotor setiap saat, dan terakumulasinya di atmosfer sehingga membentuk efek rumah kaca dan menyebabkan pemanasan global yang sangat mengkhawatirkan. Untuk itu perlu dicari alternatif atau solusi untuk dapat memecahkan masalah tersebut.

Salah satu solusi untuk mengurangi dampak yang terjadi adalah pada kendaraan sepeda motor, dimana sepeda motor menghasilkan putaran mekanik dan kemudian diubah menjadi energi listrik. Perubahan *energy* mekanik menjadi energi listrik tersebut didapatkan dengan menggunakan

* Kontak Person : Rike Siswoyo
Prodi Teknik Mesin FT UPNV Jakarta
Telp. 021 7656971

alternator, dimana alat tersebut berfungsi sebagai alat untuk merubah energi mekanik menjadi energi listrik.

Alternator tersebut bekerja dengan dipasangkan diantara gear depan sepeda motor dan gear belakang sepeda motor, sehingga putaran yang dihasilkan oleh gearbox dapat secara langsung diubah menjadi energi listrik oleh alternator. Energi listrik yang berasal dari alternator tersebut kemudian disimpan dalam baterai yang kemudian nantinya digunakan untuk menggerakkan sepeda motor tersebut apabila bahan bakar bensin telah habis terpakai.

Tujuan penelitian ini sebagai berikut: (1) daya yang dihasilkan oleh sistem pembakaran sepeda motor sehingga dari daya tersebut dapat digunakan sebagai penggerak sepeda motor dan juga untuk memutar alternator dengan menggunakan peralatan ukur *dyno test*, (2) energi listrik yang dapat dihasilkan dari putaran mekanik sepeda motor, (3) waktu yang dibutuhkan alternator untuk mengisi baterai sehingga baterai dapat digunakan untuk menjalankan motor listrik yang ada di roda belakang sepeda motor, (4) kemampuan baterai untuk mensuplai energi listrik ke motor listrik, sehingga dapat diketahui waktu yang dihabiskan baterai dalam menjalankan motor listrik setelah terisi dari alternator, (5) untuk memperoleh penghematan energi khususnya menghemat bahan bakar jenis premium dalam rangka upaya mengurangi krisis energi dalam negeri, (6) mengetahui efisiensi bahan bakar dengan menggunakan sepeda motor *hybrid*, (7) menganalisis seberapa besar pengaruh kerusakan penggunaan pelumas *evalube runner* SAE 40 pada kendaraan empat langkah berbahan bakar bensin dan energi baterai (*hybrid*), dan (8) menganalisis kandungan logam pada minyak pelumas akibat adanya gesekan pada komponen-komponen mesin dengan jarak 0 km dan 5000 km.

Penelitian Terdahulu

Vince Bond Jr dengan judul “para peneliti mengatakan terobosan baterai bisa memotong biaya” menegaskan bahwa para peneliti di *University of California* (San Diego) telah membuat terobosan yang dapat menyebabkan menurunkan biaya baterai lithium ion dan lebih cepat waktu pengisian untuk kendaraan listrik. Dalam wawancaranya Krstic, Profesor Miroslav Krstic dan Scott Moura merancang algoritma atau prosedur matematika. Penerapan tersebut dapat mengakibatkan baterai lithium ion yang lebih kecil

dan berpotensi mengurangi biaya sebesar 25% yang salah satunya mengenai kelebihan ukuran dan kelebihan desain baterai serta waktu pengisian yang bisa menjadi dua kali lebih cepat.

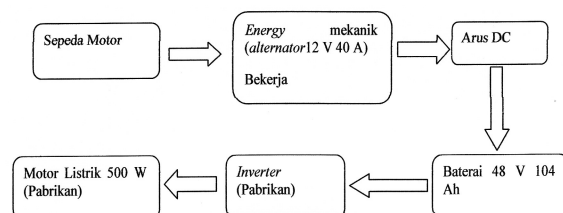
Laumer Keith (2010) melakukan penelitian kerusakan minyak pelumas pada salah satu kendaraan, salah satu produk pabrikan terkenal (*Hybrid Car*) yang menggunakan sistem kerja seri parallel, di mana ketika berhenti mesin bensin akan mati dan diganti dengan baterai. Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa dengan pemakaian *energy alternative hybrid* (konvensional dan energi baterai) dari hasil pengujian laboratorium pada viscositas pelumas terjadi perubahan sebesar 0,8 centipose (cP) terjadi peningkatan metal content Cr, Cu, Pb, Fe, Mg, penurunan keausan logam Zn = 75,89%.

Prinsip Kerja Motor Bakar

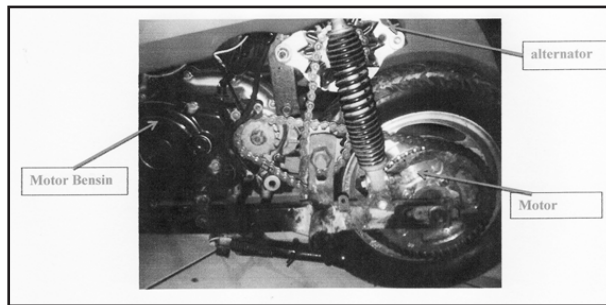
Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran juga perubahan energi tersebut dilaksanakan di dalam mesin dan ada yang dilakukan di luar mesin kalor. Motor bakar 4 langkah ini termasuk dalam kategori motor pembakaran dalam di mana mesin yang gerakannya dihasilkan dari pembakaran dalam silinder. Mesin 4 langkah disebut juga *spark ignition engine* yaitu mesin yang penyalanya campuran dari bahan bakar dan udara menggunakan bunga api dari busi.

Instalasi Perubahan Energi Mekanik Menjadi Energi Listrik Pada Sepeda Motor Hybrid

Untuk dapat merubah energi mekanik menjadi energi listrik yang terdapat pada putaran mekanik sepeda motor, maka diperlukan suatu rangkaian listrik sehingga energi listrik tersebut dapat dipergunakan dengan baik. Rangkaian perubahan energi mekanik menjadi energi listrik terdapat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir perubahan energi mekanik menjadi energi Listrik.

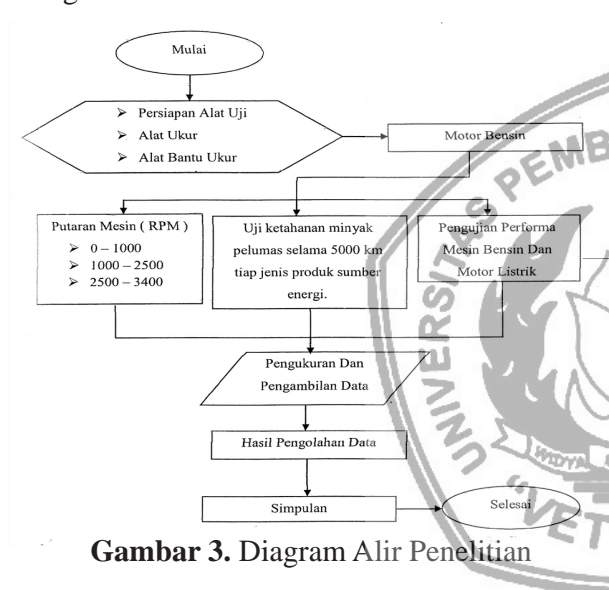


Gambar 2. Instalasi rangkaian perubahan energi mekanik menjadi energi Listrik

METODE PENELITIAN

Prosedur Pengujian

Dalam proses pengujian dilakukan dengan beberapa tahap dan saling terintegrasi satu sama lainnya. Tahap pengujian tersebut dapat dirincikan sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Tahapan Pengujian

Pengujian dilaksanakan pada tanggal 18 Juli 2013 di PT KHATULITIWA SURYANUSA. Pengujian daya dan torsi maksimal sepeda motor bensin antara lain (1) menaikkan benda uji (Sepeda motor hybrid) keatas Chasis Dynotest, (2) pasang pengikat kendaraan agar kendaraan aman sewaktu menguji dan perkaitan roda dengan roller sempurna, (3) menghidupkan mesin sepeda motor hybrid (Mesin bensinnya hidup dan dinamo mati), (4) masukkan gigi persneling secara bertahap dari gigi 1 sampai gigi 2 hingga putaran maksimal, dan (5) lihat pembaca grafik dari layar monitor, maka akan didapat daya dan torsi maksimal yang dihasilkan dari mesin bensin tersebut.

Pengujian perubahan energi mekanik menjadi energi listrik dan pemakaian bahan bakar. Pengujian

ini dilakukan setelah melakukan pengujian sepeda motor bensin dan mendapatkan data daya dan torsi maksimal dari sepeda motor tersebut dengan alat *dyno test*. Kemudian pengujian ini dilakukan untuk mengetahui arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alternator untuk mengisi ke dalam ke empat baterai. Untuk mendapatkan data pengisian energi listrik oleh alternator, maka dilakukan hingga daya dan putaran dari sepeda motor tersebut maksimal. Alternator tersebut dapat mengisi arus dan tegangan ke dalam baterai apabila sepeda motor bensin berjalan dan memutar alternator. Pengujian dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut: (1) lakukan pengukuran arus dan tegangan dengan menggunakan tang amper pada kabel yang ada pada alternator pada putaran 0-1000 rpm, 1000-2500 rpm, 2500-3400 rpm (setelah dilakukan pengujian motor bensin sebelumnya), (2) pengambilan data arus dan tegangan listrik dari setiap bagian rpm nya dilakukan terus menerus (berlanjut) dengan tidak mengurangi kecepatan sepeda motor dari 0 rpm atau mematikan mesin motor bensinnya terlebih dahulu, (3) lakukan pengambilan data arus dan tegangan pada baterai 1 sampai dengan baterai 4 sesuai dengan putaran yang diinginkan, (4) lakukan hingga memperoleh data yang diinginkan, (5) catat hasil pengukuran perubahan energi mekanik menjadi energi listrik tersebut, (6) lakukan pengukuran konsumsi bahan bakar dengan menjalankan kendaraan uji pada keadaan jalan yang sebenarnya dan bebas hambatan (tidak macet), (7) lakukan hingga sepeda motor hybrid tersebut mati baik mesin bensin maupun motor listriknya, dan (8) catat jarak yang diperlukan oleh kendaraan untuk menghabiskan bensin dan baterai dengan memperhatikan odometer. Pengujian Untuk Pelumas Kendaraan (Hybrid Dan Konvensional). Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu: (1) persiapan penelitian yang meliputi: a) *new oil* 0 km, b) *used oil* 5000 km mesin konvensional, c) *used oil* 5000 km energi baterai, dan (2) pelaksanaan penelitian minyak pelumas meliputi: a) uji kerusakan sejauh 5000 km, serta pengambilan sampel minyak pelumas pada jarak 5000 km, kemudian dilakukan analisa keausan logam, b) konfigurasi mesin uji dan diagram alir pengujian, c) konfigurasi mesin uji seperti gambar pada diagram alir pengujian.

Deskripsi Sistem Alat Uji

Pada penelitian ini sistem alat uji yang dipakai dikelompokkan menjadi beberapa bagian

antara lain: (1) Spesifikasi mesin uji, (2) Spesifikasi motor listrik uji, (3) Alat ukur yang digunakan (*Dyno Test*), (4) Alat bantu tang ampere (AC/DC), dan (5) Pelumas produk *Evalube Runner SAE 40*.

Spesifikasi Mesin Uji

Pada penelitian ini mesin yang diujikan menggunakan mesin sepeda motor Yamaha Vega R tahun 2004 dengan spesifikasinya sebagai berikut:

- Tipe mesin : 4 Langkah
- Jumlah silinder : 1 Silinder
- Sistem transmisi : Manual 4 percepatan
- Volume silinder : 100 cc
- Daya maksimum : 6.6 kw / 8000 rpm
- Torsi maksimum : 9.0 Nm / 5000 rpm
- Bahan bakar : Bensin

Spesifikasi Motor Listrik Uji

Penelitian ini menggunakan motor listrik dari pabrikan dengan merk VIP yang spesifikasinya sebagai berikut:

- Tipe dinamo : Brushless DC electric dinamo
- Daya maksimum : 500 Watt
- Tegangan : 48 Volt
- Torsi dinamo : 10.5 Nm/450 rpm
- Jumlah baterai : 4 buah
- Kapasitas baterai : 12 V/26 Ah (satu baterai)

Alat ukur yang digunakan adalah *Dyno test* berfungsi mengukur daya, torsi, AFR (*Air Fuel Ratio*) dan putaran. Alat bantu tang *ampere* yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur arus listrik dan juga voltase yang dihasilkan oleh putaran motor bensin. Pelumas Produk *Evalube Runner SAE 40*, berfungsi sebagai pelumas dari ke dua sumber bahan bakar kendaraan tersebut, sehingga dapat diketahui dampak keausan mesin yang terjadi dari sepeda motor *hybrid* tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan Alternator Mensuplai Energi Listrik Ke Dalam Baterai

Berdasarkan pengujian motor bensin dengan menggunakan alat *dyno test* didapatkan bahwa daya maksimum dari motor bensin adalah 1,4 HP pada putaran 3800 rpm dan torsi maksimum adalah 1,96 ft lb pada putaran maksimum 3400 rpm dan daya maksimum dari motor listrik untuk menggerakkan sepeda motor adalah sebesar 0,42 HP atau jika dikonversikan menjadi satuan watt menjadi 313,194 W pada putaran 1750 rpm dan

torsi 1,28 ft lb pada putaran 1620 rpm. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan pengisian energi listrik secara parallel pada putaran 0–1000 rpm energi listrik rata-rata yang dapat dialirkan oleh alternator ke dalam baterai sebesar 2,017 A dan 12,067 V, putaran 1000–2500 arus 3,025 A dan tegangan 12,0 V, putaran 2500–3400 arus 5,034 A dan tegangan 12,033 V.

Dari data pengisian energi listrik diatas maka dapat diketahui berapa lama pengisian energi listrik yang dapat dilakukan alternator terhadap ke empat baterai tersebut. Pada setiap baterai tersebut mempunyai daya 312 Wh (hasil kali 12 V dan 26 Ah), yang artinya seberapa lama baterai tersebut dapat bertahan mensuplai daya listrik yang digunakan untuk menggerakkan motor listrik dalam satu jam. Dengan menggunakan alternator berkapasitas 480 W (hasil kali 12 V dan 40 A) kita dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan alternator tersebut untuk mengisi energy listrik ke dalam baterai yang dirangkai secara parallel dengan rumus di bawah ini:

$$t = \frac{\text{Daya baterai}}{\text{Daya alternator}} \dots \dots \dots (A.1)$$

Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan pengisian pada ke empat baterai tersebut yang dilakukan oleh alternator dengan rangkaian parallel sebagai berikut:

Pengisian baterai pada putaran mesin 0–1000 rpm

Baterai mempunyai tegangan 12 V dan arus sebesar 26 Ah, sedangkan dari hasil pengukuran alternator mensuplai arus 2,017 A dan tegangan 12,067 V pada setiap baterainya.

Daya baterai = 312 Wh (hasil dari 12 V 26 Ah)
 Daya alternator = 24,340 W (hasil dari 12,067 V 2,017 Ah)

Waktu yang dibutuhkan alternator untuk mengisi baterai adalah:

$$t = \frac{312 \text{ Wh}}{24,340 \text{ W}}$$

$$t = 12,818 \text{ jam} \text{ atau } 13 \text{ jam}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ke empat baterai secara penuh diperlukan waktu sebanyak 13 jam dengan merangkai baterai secara parallel.

Pengisian baterai pada putaran mesin 1000–2500 rpm

Baterai mempunyai tegangan 12 V dan arus sebesar 26 Ah, sedangkan alternator mensuplai arus 3,025 A dan tegangan 12,0 V pada setiap baterainya.
 Daya baterai = 312 Wh (hasil dari 12 V 26 Ah)

Daya alternator = 36,300 W (hasil dari 12,0 V 3,025 Ah)

Waktu yang dibutuhkan alternator untuk mengisi baterai adalah:

$$t = \frac{\text{Daya baterai}}{\text{Daya alternator}}$$

$$t = \frac{312 \text{ Wh}}{36,300 \text{ W}}$$

$$t = 8,595 \text{ jam} \text{ atau } 9 \text{ jam}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ke empat baterai secara penuh diperlukan waktu sebanyak 9 jam dengan merangkai baterai secara paralel.

Pengisian baterai pada putaran mesin 2500–3400 rpm

Baterai mempunyai tegangan 12 V dan arus sebesar 26 Ah, sedangkan alternator mensuplai arus 5,034 A dan tegangan 12,033 pada setiap baterai.

Daya baterai = 312 Wh (hasil dari 12 V 26 Ah)

Daya alternator = 60,574 W (hasil dari 12,033 V 5,034 Ah)

Waktu yang dibutuhkan alternator untuk mengisi baterai adalah:

$$t = \frac{\text{Daya baterai}}{\text{Daya alternator}}$$

$$t = \frac{312 \text{ Wh}}{60,574 \text{ W}}$$

$$t = 5,151 \text{ jam} \text{ atau } 5 \text{ jam}$$

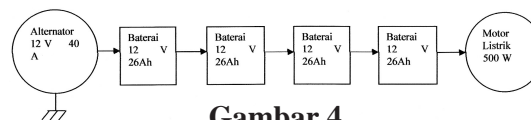
Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi ke empat baterai secara penuh diperlukan waktu sebanyak 5 jam dengan merangkai baterai secara paralel.

Dari data perhitungan tersebut di atas alternator 12 V dan 40 A mensuplai energi listrik pada ke empat baterai tersebut secara bersama-sama dengan rangkaian paralel sehingga arus yang masuk ke dalam setiap baterai relatif sama. Pada perhitungan tersebut didapatkan bahwa pada putaran 1000 rpm alternator membutuhkan waktu sebanyak 13 jam untuk mengisi baterai secara penuh, pada putaran 2500 waktu yang dibutuhkan sekitar 9 jam, pada putaran 3400 waktu yang dibutuhkan sekitar 5 jam.

Penggunaan Energi Listrik Sebagai Penggerak

Perhitungan kemampuan pengisian alternator ke dalam baterai sudah didapatkan melalui perhitungan di atas dengan putaran yang bervariasi. Dari perhitungan tersebut dapat diketahui waktu yang diperlukan oleh alternator untuk

mengisi baterai secara penuh dengan merangkai baterai secara paralel. Setelah baterai terisi secara penuh maka selanjutnya adalah mengetahui kemampuan baterai untuk menggerakkan motor listrik dengan merangkai baterai tersebut secara seri, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.

Skema penggunaan baterai secara seri untuk menggerakkan motor listrik

Baterai merupakan alat untuk menyimpan dan mendistribusikan energi listrik ke dalam motor listrik sehingga motor listrik dapat bekerja dengan baik. Seperti telah diketahui bahwa energi listrik yang diserap oleh baterai berasal dari alternator adalah bervariasi tergantung kecepatan dari rpm sepeda motor tersebut. Setelah baterai terisi penuh yaitu 12 V dan 26 A untuk setiap baterainya maka baterai digunakan untuk menggerakkan motor listrik. Dikarenakan dalam menjalankan motor listrik baterai dirangkai secara seri maka daya baterai tersebut dikalikan 4 sehingga menjadi 48 V dan 104 Ah atau 4992 Wh (hasil dari 48 V 104 Ah). Untuk dapat mengetahui kemampuan (waktu yang dibutuhkan) baterai dalam menjalankan motor listrik dengan daya 500 W maka kita dapat menggunakan rumus yang sama seperti yang digunakan untuk menghitung kemampuan alternator dalam mengisi baterai sebagai berikut:

$$t = \frac{\text{Daya baterai}}{\text{Daya alternator}} \dots (B.1)$$

$$t = \frac{4992 \text{ Wh}}{500 \text{ W}}$$

$$t = 9,984 \text{ jam} \text{ atau } 10 \text{ jam}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan baterai untuk menjalankan motor listrik adalah 10 jam, dengan baterai dirangkai secara seri dan juga baterai terisi penuh sesuai dengan tegangan dan arus yang ada pada setiap baterai.

Konsumsi Bahan Bakar

Untuk konsumsi yang di dapat pada mesin bensin dengan menggunakan 100 ml bensin jenis premium dan kecepatan rata-rata 40 km/jam yaitu sejauh 3,3 km sedangkan untuk motor listriknya dengan menggunakan baterai 12 V/104 A dan kecepatan rata-ratanya 35 km/jam maka mendapatkan jarak tempuh sejauh 24,1 km.

$$\text{Jarak mesin bensin} + \text{Jarak motor listrik} = \text{Total jarak tempuh}$$

$$3,3 \text{ km} + 24,1 \text{ km} = 27,1 \text{ km}$$

Dengan menggunakan 1 ml premium menghasilkan jarak 0,033 km.

$$\frac{3,3 \text{ km}}{100 \text{ ml}} = 0,033 \text{ km/ml}$$

Dengan perhitungan bahwa untuk jarak 24,1 km bisa mengurangi pemakaian bahan bakar minyak sebanyak 730 ml.

$$\frac{24,1 \text{ km}}{0,033 \text{ km/ml}} = 730 \text{ ml}$$

Maka, untuk 1 ml premium dihargai sebesar Rp 6.5. $\frac{\text{Rp } 6.500}{1000 \text{ ml}} = \text{Rp } 6,5 \text{ per ml}$

Jadi, untuk 730 ml premium dihargai sebesar Rp 4.745.

$$\text{Rp } 6,5 \text{ per ml} \times 730 \text{ ml} = \text{Rp } 4.745 \text{ per ml}$$

Berdasarkan perhitungan diatas bila digabungkan jarak antara mesin bensin dan motor listriknya maka sepeda motor hybrid ini bisa menempuh jarak 27,1 kmdan bisa menghilangkan pemakaian bahan bakar premium sebanyak 730 ml serta penghematan biaya bahan bakar premium seharga Rp 4.745 (saat ini harga premium per liter Rp 6.500).

Uji Laboratorium

Kelarutan bahan bakar dapat mengakibatkan penurunan viscositas dari minyak pelumas sehingga lapisan film minyak pelumas menjadi tidak stabil dan akan pecah, hal ini akan mengakibatkan terjadinya gesekan langsung antar permukaan komponen mesin yang bekerja. Dengan demikian mengakibatkan peningkatan kandungan keausan logam dalam minyak pelumas. Sebaliknya jika terjadi peningkatan viskositas karena adanya oksidasi dan polimerisasi maka kerja mesin menjadi semakin berat dan minyak pelumas tidak bias masuk ke bagian komponen yang jarak permukaannya terlalu rapat sehingga lapisan film tidak terbentuk secara baik, hal ini juga mengakibatkan peningkatan keausan.

Tabel 1.

Perbandingan kandungan sifat kimia pada minyak pelumas

No	Parameter	Sample			Nilai Batas
		New Oil	5000 Km Mesin Konvensional	5000 Km Energy Hybrid	
1	Viskositas @	15.23 cSt	9.32 cSt	13.59 cSt	Min 11.00
2	TBN (mg KOH/g)	6.02 mg KOH/g	6.38 mg KOH/g	6.17 mg KOH/g	Min 3.00
3	Bahan Bakar	0.00%	0.00%	0.00%	Min 3%
4	WaterContent	0.00%	0.00%	0.00%	Min 0.2

Sumber: PT. Petrolab Services

Mengacu dari hasil laboratorium, didapati bahwa viskositas minyak pelumas @ 1000C mengalami penurunan pada kedua jenis bahan bakar. Jika dibandingkan dengan newoil, penurunan viscositas pada pengujian 5000 km berdasarkan standar jarak maksimal pabrikan dengan mesin konvensional mencapai 39%, sedangkan pengujian menggunakan energi baterai mencapai 11%, ternyata dari hasil kedua uji laboratorium, menghasilkan penurunan viscositas yang signifikan antara kedua jenis mesin.

Pengujian viskositas menjadi encer, hal ini kemungkinan akibat adanya penggunaan jenis pelumas yang *single grade* serta terjadi *over load/over heat* pada pelumas dan disarankan top up 20%-30% pelumas untuk memperbaiki kekentalan pelumas, karena batas yang diizinkan yaitu 11.00 cSt, semua batas minimum dan maksimumnya berdasarkan standart dari ASTM (*American Standart Testing and Material*) nomor D 44-09.

Begitu pula halnya dengan TBN (*Total Base Number*). Bilangan Basa Total pada pelumas dengan mesin konvensional dan energi baterai mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena nilai basa pada minyak pelumas berfungsi untuk menetralkan asam kuat (sulfat) yang terjadi dari proses pembakaran dalam silinder, sehingga tidak menyebabkan korosi pada dinding atau permukaan silinder, piston, ring piston dan lainnya, penurunan Bilangan Basa Total pada pengoperasian selama 5000 km untuk mesin konvensional, 6%. Sedangkan untuk energi baterai (*hybrid*) 2,5%. Apabila dibandingkan dengan nilai batasnya, penurunan TBN ternyata masih dalam batas bawah yang diizinkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa pelumas dikategorikan masih layak digunakan walaupun bersifat *single grade*.

Tabel 2.

Perbandingan kandungan logam pada minyak pelumas

No	Parameter	Sample	5000km	5000km	Nilai Batas (ppm)
			New Oil	Mesin Konv, (ppm)	
1	Aluminium, ppm	2	6	6	Max 20
2	Cooper, ppm	0	6	1	Max 30
3	Iron, ppm	0	117/D	46/C	Max 40
4	Chromium, ppm	0	0	0	Max 15
5	Nikel, ppm	0	0	0	Max 10
6	Tin, ppm	0	0	0	Max 20
7	Lead, ppm	0	2	0	Max 25
8	Silicon, ppm	6	16	12	Max 45

Sumber: PT. Petrolab Services

SIMPULAN

Pada pengujian motor bensin dengan menggunakan alat dyno test didapatkan bahwa daya maksimum dari motor bensin adalah 1,4 HP pada putaran 3800 rpm dan torsi maksimum adalah 1,96 ft lb pada putaran maksimum 3400 rpm.

Pada pengujian *dyno test* yang telah dilakukan diperoleh daya maksimum dari motor listrik untuk menggerakkan sepeda motor adalah sebesar 0,42 HP atau jika dikonversikan menjadi satuan watt menjadi 313,194 W pada putaran 1750 rpm, dan torsi sebesar 1,28 ft lb pada putaran 1620 rpm.

Pengisian energi listrik pada putaran 0–1000 rpm energi listrik rata-rata yang dapat dialirkan oleh alternator ke dalam baterai sebesar 2,017 A dan 12,067 V, putaran 1000–2500 arus 3,025 A dan tegangan 12,0 V, putaran 2500–3400 arus 5,034 A dan tegangan 12,033 V.

Waktu yang dibutuhkan alternator untuk mengisi ke empat baterai secara penuh dengan menggunakan rangkaian parallel pada putaran 0–1000 rpm sebanyak 13 jam, putaran 1000–2500 rpm sebanyak 9 jam, putaran 2500–3400 rpm sebanyak 5 jam.

Waktu yang dibutuhkan baterai untuk menjalankan motor listrik adalah 10 jam, dengan baterai dirangkai secara seri dan juga baterai terisi penuh sesuai dengan tegangan dan arus yang ada pada setiap baterai.

Sepeda motor *hybrid* ini dengan memanfaatkan dua sumber tenaga memungkinkan penekanan penggunaan bahan bakar karena tidak semua sumber tenaga menggunakan bensin. Dengan didapatkannya jarak maksimal dari sepeda motor hybrid ini yaitu 27,1 km, maka sepeda motor ini bisa diandalkan untuk pengurangan pemakaian bahan bakarnya karena bisa menghemat sebanyak 730 ml atau sebesar Rp 4.745.

Dalam pengujian ini viskositas minyak pelumas mengalami penurunan pada mesin konvensional mencapai 39%, sedangkan untuk energi baterai (*hybrid*) mencapai 11%. Begitu pula halnya terjadi pada TBN mengalami penurunan 6% untuk mesin konvensional dan 2.5% pada energi baterai (*hybrid*). Hal ini dapat diakibatkan adanya overload/overhead pada minyak pelumas tetapi dari segi mesin konvensional pelumas sudah tidak layak untuk digunakan, sehingga disarankan untuk melakukan top up 20%-30% pelumas untuk memperbaiki kekenalan pelumas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Jayadi, Marsudi, 2012, Pengaruh Ketidakmurnian Bahan Bakar Bensin–Minyak Tanah Terhadap Emisi Gas Buang Dan Performansi Motor, Bina Teknik, UPN “Veteran” Jakarta, Volume 8, No 1, (hal 21 – 28), 2012.
- Ana Herrera, 2011, *High Performance Environmental Friendly Motorcycle*, Advance Manufacturing Technology, 15 Juni 2011, p 8.
- Beni Setya Nugraha, 2007, Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Speda Motor, Jurnal Ilmiah Populer Dan Teknologi Terapan, ISSN 1693 – 3745, Universitas Negeri Semarang, Volume 5, N0 2, (hal 692 – 706), 2007.
- Benjamin. S. Blanchard, 2007, *Systems Engineering And Analysis*, Fourth Edition, Pearson International Edition, 2007.
- Buchari Ali, Eman Slamet Widodo, 2011, Analisis Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor Type “X” 115 cc Sistem Karburator Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Campuran Premium Ethanol (10, 15, 20) %, Bina Teknik UPN “Veteran” Jakarta, Volume 7, No. 2, (hal 279 – 284), 2011.
- Giorgio Rizzoni, Huei Peng, 2013, *Hybrid And Electrified Vehicles: The Role Of Dynamics and Control*, Mechanical Enggining – CIME, Maret 2013.
- Muhamad As’adi, 2012, Kaji Eksperimental Penggunaan Dual-Fuel (CNG–Solar) Terhadap Performa Mesin Diesel, Laporan Penelitian, 2012.
- Razul Harfi, Eko Wahyu Priyanto, 2012, Analisis Kinerja Mesin Sepeda Motor 4 Tak Suzuki Smash FD 110, Bina Teknik UPN “Veteran” Jakarta, Volume 8, No. 2, (hal 293-299), 2012.
- Robert. L. Moot, 2008, *Machine Elements In Mechanical Design*, Fourth Edition, Pearson Education South Asia Pte Ltd, 2008.
- Theodore Wildi, 2006, *Electrical Machines Drives And Power Systems*, United States of America, 2006.
- W.K. Yap, V. Karri, 2008, *Modeling And Simulation Of A Hybrid Scooter*, *International Journal Of Electrical Power And Energy Systems Engineering*, Galegroup, 2008.
- <http://www.pu.go.id/isustrategis/view/24> Diakses tanggal 17 April 2013, Jam 11.00 WIB
- <http://www.actavis.co.id/id/news/Uji+Emisi.htm> Diakses tanggal 17 April 2013, Jam 11.00 WIB
- <http://www.toyota.co.id/technology/hybrid/#teknologi-hybrid> diakses tanggal 12 Juni 2013, Jam 10.50 WIB