

ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI MOTOR LISTRIK PADA MOBIL *HYBRID* URBAN KMHE 2018

Samuel Sinaga, Hadi Pranoto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana, Jakarta
Jl. Meruya Selatan No.01, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia

E-mail: samuelsinaga27@gmail.com

Abstrak - Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan salah satu sumber energi pada kehidupan manusia. Bahan Bakar Minyak adalah salah satu tenaga penggerak bagi kendaraan bermotor. Saat ini energi yang berasal dari minyak bumi tersebut sudah mulai mengalami krisis. Kendaraan *hybrid* merupakan solusi untuk mengatasi krisis energi minyak bumi. Teknologi kendaraan *hybrid* merupakan perpaduan antara teknologi mesin konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil (BBM) dengan teknologi motor yang menggunakan listrik. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menghitung konsumsi daya yang diambil pada setiap injakan pedal gas pada varian posisi yang berbeda diantaranya 10°, 20°, 30°, 40°, 50°. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya konsumsi motor listrik Kendaraan *Hybrid* KMHE 2018. Hasil pada penelitian ini adalah pada 10° daya yang dihasilkan 604,79 (watt), 20° daya yang dihasilkan 709,92 (watt), 30° daya yang dihasilkan 791,20 (watt), 40° daya yang dihasilkan 885,06 (watt) dan 50° daya yang dihasilkan 984,75 (watt). Beberapa parameter untuk penelitian berikutnya adalah mencari kecepatan maksimal mobil *hybrid* dengan ruang lingkup beban mobil *hybrid* dan penumpang dengan masing-masing sudut injakan pedal gas dengan varian sudut yang berbeda.

Kata Kunci : Mobil *hybrid*, Motor Listrik, Daya Listrik

Abstract - Fuel is one of the energy sources in human life. Oil Fuel is one of the driving forces for military vehicles. At present the energy released from petroleum has begun to be discussed in the crisis. Hybrid vehicles are a solution to overcome the petroleum energy crisis. Hybrid vehicle technology is a combination of conventional engine technology that uses fossil fuels (BBM) with motor technology that uses electricity. The method used in this study is the calculation of consumption taken on each step of the gas pedal at various position variations 10 °, 20 °, 30 °, 40 °, 50 °. The purpose of this study was to study the electric motor power of KMHE 2018 Hybrid Vehicles. The results of this study were at 10 ° the power produced 604.79 (watts), 20 ° the power produced 709.92 (watts), 30 ° power produced 791, 20 (watts), the power of 40 ° produced 885.06 (watts) and the power of 50 ° produced 984.75 (watts). Some parameters for the next study are to find the maximum speed of a hybrid car with a space to compare the load of hybrid cars and passengers with each of the gas pedal tread angles with different angle variants.

Key Words: *Hybrid Car, Electric Motor, Electric Power*

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam melakukan aktifitas sehari-hari. Ditambah lagi pertumbuhan jumlah penduduk dunia yang semakin meningkat, mempercepat menipisnya cadangan energi yang dimiliki dunia.

Terkait masalah diatas, salah satu hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi proses menipisnya cadangan energi adalah dengan teknologi mobil *hybrid* merupakan salah satu solusi yang harus lakukan karna perpaduan antara teknologi mesin konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil (BBM) dengan

teknologi motor yang menggunakan listrik. Dua teknologi ini saling bergantian menggerakkan kendaraan dalam saat-saat tertentu sehingga penggunaan bahan bakar lebih hemat.

Pada mobil *hybrid* terdapat teknologi motor yang menggunakan listrik, oleh karena itu peralatan tersebut akan membutuhkan sistem untuk mengisi kembali kebutuhan listrik untuk pengoperasian [1].

Mengacu pada permasalahan diatas, tujuan yang ingin dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah mengetahui daya input yang diberikan

motor listrik dengan variabel-variabel yang dihasilkan oleh mobil *hybrid*, serta dapat mengetahui daya motor listrik yang masuk pada *speed control* (Pengatur Kecepatan pada motor DC). Penggunaan motor listrik DC sebagai penggerak kendaraan mobil *hybrid*, dapat menentukan motor listrik yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik dari mobil *hybrid* tersebut. Selain itu prinsip dasarnya adalah mencoba untuk mendesain mesin yang berhubungan dengan kebutuhan spesifikasinya. Pada akhirnya mobil *hybrid* dapat melaju sesuai dengan kecepatan set point yang diinginkan. Dalam hal ini, mesin tidak akan banyak mengkonsumsi bahan bakar, melainkan dapat beroperasi sesuai dengan motor listrik pada kecepatan sesuai dengan kebutuhan. Sehingga sebagai tambahan pada mobil *hybrid* dapat menyimpan energi pada baterai tersebut.

Sehubungan dengan hal tersebut maka putaran motor listrik dapat diatur sedemikian rupa, sehingga motor tersebut dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan. Untuk itu kapasitas motor DC yang diperlukan untuk menggerakkan mobil *hybrid* dapat bekerja dengan maksimal dan kebutuhan energi listrik akan terpenuhi.

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan yang dibahas, maka perlu adanya batasan-batasan yang akan diuraikan:

1. Pengujian menggunakan alat ukur tang ampere, voltmeter dan *tachometer*
2. Menghitung daya pada motor listrik

Kendaraan hasil hibrida adalah kombinasi dari dua sumber yang berbeda dari mesin yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) dan motor listrik untuk daya mobil. Kendaraan yang dihasilkan adalah hemat bahan bakar dan memancarkan karbon dioksida lebih rendah dari mesin pembakaran standard internal (Mesin Konvensional) [2].

1.1 Sejarah Mobil Hybrid

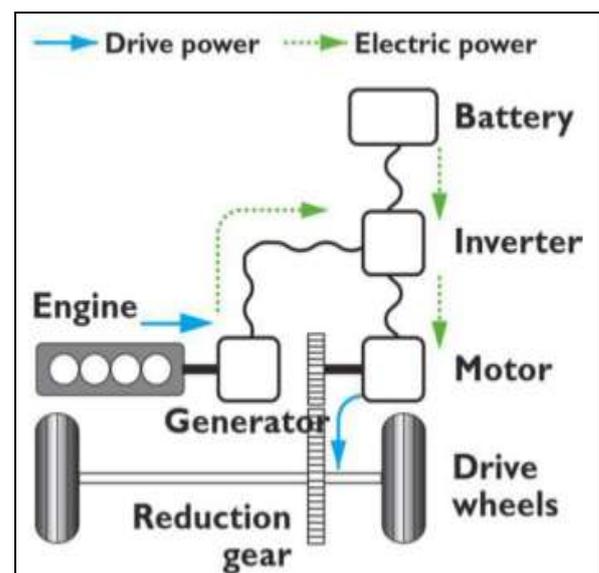
Sebuah terobosan dalam mobil hybrid adalah datang ketika Robert Anderson mengembangkan sebuah mobil bertenaga listrik pada tahun 1839. Kemudian pada tahun 1898 Porche keluar dengan mesin pembakaran bahan bakar minyak dan motor listrik. Produk ini pertama pada masanya. Mobil ini disebut *Lonher Electric Chaise*, mesinnya menggunakan mesin satu silinder *De Dion Bouton combustion engine* yang memiliki daya 2,5 Hp dan motor listrik yang memiliki daya 2,7 Hp. Mobil ini bisa melaju hingga kecepatan 35 km/jam [3].



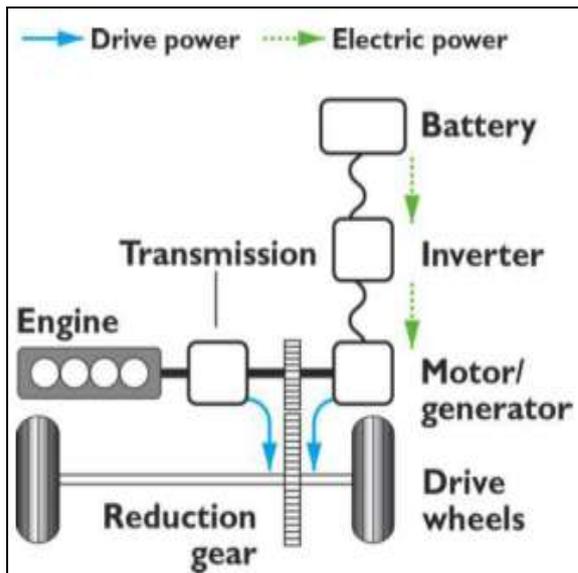
Gambar 1. Mobil *Hybrid* Pertama di Dunia [3].

Mobil *hybrid* merupakan sebuah mobil paduan antara mesin bensin/solar dengan motor listrik. Mobil hibrida memiliki banyak keunggulan [4].

Dari segi bahan bakar mobil *hybrid* memiliki efisiensi yang tinggi sehingga penggunaan bahan bakar menjadi lebih hemat. Dari segi gas buang mobil *hybrid* memiliki emisi gas buang yang lebih baik dibanding mobil lainnya. Dari segi mesin, walaupun mesin pada mobil *hybrid* sama dengan mesin bahan bakar lainnya akan tetapi mesin pada mobil *hybrid* ternyata lebih baik dibandingkan mesin bakar lainnya. Dari segi kenyamanan mobil *hybrid* memiliki tingkat getaran dan suara yang rendah [5].



Gambar 2. Struktur Seri *Hybrid* (Nurhuda 2013)[6]



Gambar 3. Struktur Paralel Hybrid
(Nurhuda 2013) [5].

A. Seri-Paralel Hybrid

Kendaraan Sweri-Paralel Hybrid adalah kombinasi dari dua tipe, memungkinkan kendaraan untuk beroperasi karena semua-listrik (sebagai hibrida seri), sebagai semua kendaraan pembakaran, atau sebagai kombinasi dari keduanya (sebagai hibrida paralel). Ini adalah kendaraan paling rumit dan paling tidak efisien untuk sebagian besar aplikasi. (Gesang, Christanyo, and Nyoman 2014)[6].

- Peralihan antara daya listrik dan ICE mempunyai fleksibilitas maksimum
- Pemisahan daya yang disuplai oleh mesin disesuaikan dari daya yang diminta oleh pengemudi memungkinkan rancangan ICE yang lebih kecil, ringan dan efisien.

1.2 Cara Kerja Mobil Hybrid

a. Start Awal

Ketika mobil dijalankan pertama kali (start) digunakan motor listrik yang memperoleh energi dari baterai, sementara mesin bensin tetap mati. Mesin bensin tidak menghasilkan torsi tinggi pada putaran rendah. Mesin bensin tidak efisien bekerja pada putaran rendah. Lain hal pada putaran rendah motor listrik bisa menghasilkan torsi besar dan bekerja dengan efisiensi tinggi. Karena itulah mobil hybrid menggunakan listrik untuk memutar motor listrik yang disimpan di baterai untuk menjalankan pada saat start atau jalan pelan [7].

b. Kondisi Kecepatan Normal

Motor listrik sebagai penggerak utama, sementara mesin bahan bakar hanya sekali-sekali saja membantu. Baterai

memberikan energy listrik kepada motor listrik, motor listrik menggerakkan roda mobil dan mesin bahan bakar terkadang membantu menggerakkan roda mobil [7].

c. Kondisi Kecepatan Tinggi

Motor listrik dan mesin bahan bakar secara bersamaan bekerja untuk menghasilkan tenaga gabungan yang besar. Baterai memberikan energi listrik kepada motor listrik untuk menggerakkan roda mobil, begitu juga mesin bahan bakar secara bersamaan menggerakkan roda mobil [7].

d. Kondisi Deselarsi/saat pengereman

Motor listrik dalam kondisi mengisi ulang baterai sehingga disebut generator kedua. Sementara mesin bahan bakar berhenti bekerja. Roda mobil memutar motor listrik yang berubah fungsi sebagai generator kedua untuk menghasilkan energy listrik untuk mengisi ulang baterai.

- **Stator.** Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekwensi yang dipasang. Motor ini berputar pada kecepatan sinkron [8], yang diberikan oleh persamaan berikut :

$$N_s = 120 f/P \tag{1}$$

Dimana :

- f = Frekuensi dari pasokan frekuensi
- P = Jumlah kutub

a) Mekanisme kerja Motor listrik

Mekanisme kerja untuk semua jenis motor secara umum sama [9], sebagai berikut:

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop yaitu pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya yang berlawanan
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/torque untuk memutar kumparan
- Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar, sesuai dengan kecepatan yang

diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan sebagai berikut :

- Beban *torque* konstan, adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* tidak bervariasi.
- Beban dengan variabel *torque* adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi.
- Beban dengan energi konstan, beban dengan permintaan *torque* yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan.

1.5 Baterai

Baterai adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible*, dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia adalah didalam baterai terdapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda – elektroda yang dipakai [9].

Baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali, proses kimia yang terjadi dalam batterai adalah reversible dan bahan aktif dapat kembali ke kondisi semula dengan pengisian sel [10].



Gambar 4. Baterai [11].

Prinsip kerja baterai, bila sel dihubungkan dengan beban maka negatif mengalir dari anoda melalui beban katoda, kemudian ion-ion negatif ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda. Arus listrik dapat mengalir disebabkan adanya negatif yang bergerak dari elektroda sel melalui reaksi ion antara molekul elektroda dan molekul elektrolit sehingga memberikan jalan bagi negatif untuk mengalir [11].

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode induktif yaitu metode dengan cara eksperimen nyata dilapangan, yang bertujuan untuk mengetahui energi yang akan dibutuhkan untuk memutar motor listrik pada kendaraan mobil *hybrid*.



Gambar 5. Diagram Alir

1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

- Waktu Penelitian**
Penelitian dilakukan pada Oktober 2018 – Januari 2019
- Tempat Penelitian**
Penelitian dilakukan diseputar jalan Gor, Kota Tegal – Jawa Tengah

1.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah pengumpulan data yang menunjang baik melalui media cetak (text book, hand book), soft file berupa e-book atas karya ilmiah yang telah dilakukan sebelumnya, maupun media elektronik (internet). Adapun

tema yang digali adalah seputar Analisis Kebutuhan Energi Motor Listrik Pada Mobil Hybrid Urban KMHE 2018.

1.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

1. Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh penulis, diantaranya sebagai berikut :
 - a. Variasi Motor Listrik
 - b. Injakan pedal gas $10^0 - 50^0$
 - c. Data yang diambil dari alat ukur
2. Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan oleh penulis tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Dalam perencanaan ini variabel terikatnya adalah :
 - a. Tegangan
 - b. Arus
 - c. Daya

1.4 Alat dan bahan

1. Alat

Alat	Fungsi
Motor Listrik	Objek Penelitian
Tang Ampere	Alat Ukur Arus Listrik
Tachometer	Alat untuk mengukur Putaran Mesin
Voltmeter	Alat Ukur Tegangan Listrik
Busur	Alat untuk menentukan sudut injakan pedal gas

2. Bahan

Bahan	Fungsi
Bahan Bakar (Pertamax)	Mendukung unjuk kerja engine/ mesin

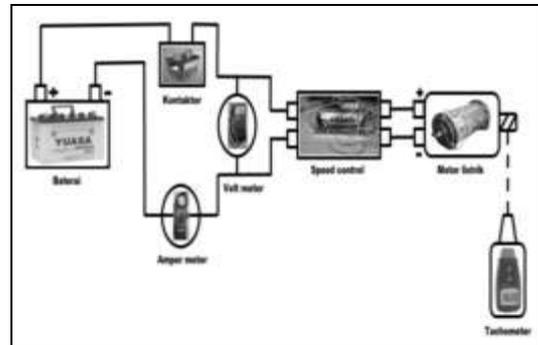
1.5 Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujian yang dilaksanakan dalam pengambilan data adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat-alat yang digunakan
2. Memasang alat ukur pada titik yang akan di ukur

3. Menyiapkan lembar kertas data untuk mencatat hasil pengujian
4. Memulai pengujian
 - a. Langkah pertama yaitu memastikan semua parameter/alat ukur telah terpasang dan dalam kondisi yang baik
 - b. Langkah kedua yaitu mencatat semua data pada display atau alat ukur arus dan tegangan yang keluar dari motor listrik
 - c. Langkah ketiga yaitu setelah data arus dan tegangan sudah diketahui, maka selanjutnya menghitung kebutuhan daya motor listrik agar dapat memutarakan motor listrik.

1.6 Cara Kerja Alat



Gambar 6. Cara Kerja Alat

Penjelasan :

1. Kabel positif baterai dihubungkan dengan alat ukur ampere meter dan voltmeter. Sebelum masuk ke voltmeter kabel positif volt meter sudah terhubung dengan kontaktor yaitu untuk memutus dan menghubungkan arus listrik pada alat ukur volt meter yang sudah terpasang.
2. Kemudian kabel negatif baterai di hubungkan ke alat ukur ampere meter dan alat ukur voltmeter. Kemudian dari negatif alat ukur voltmeter dihubungkan ke *speed control* (Pengatur kecepatan Motor DC)
3. *Speed Control* yaitu untuk mengatur kecepatan putaran motor DC pada mobil *hybrid*. Setelah dari speed control kemudian output kabel positif dan negatif speed control dihubungkan ke input kabel positif dan negatif motor DC.
4. Motor DC akan bekerja apabila pedal gas di tekan/diinjak, maka putaran Motor DC akan bekerja sesuai dengan kecepatan yang diinginkan
5. Sedang untuk mengetahui putaran motor DC, maka pada ujung motor DC diberi tanda agar pada saat pengujian

atau pengambilan data dapat diketahui dengan menggunakan alat ukur *tachometer* tersebut.

6. *Tachometer* atau disebut RPM yaitu sebuah alat untuk mengukur putaran mesin, khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satu satuan waktu.
7. Setelah selesai pengujian atau pengambilan data, maka cek kembali data-data yang sudah diambil dari masing-masing alat ukur yang sudah terpasang dengan baik.

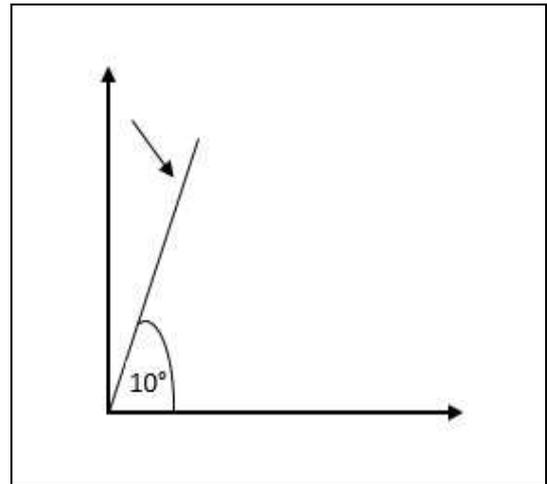
2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pengujian dan pengambilan data dilakukan menggunakan alat *tachometer*, voltmeter dan tang ampere. Sedangkan untuk pengujian di mulai dari injakan pedal gas dari $10^0 - 50^0$ dapat ditunjukkan pada tabel berikut ini:

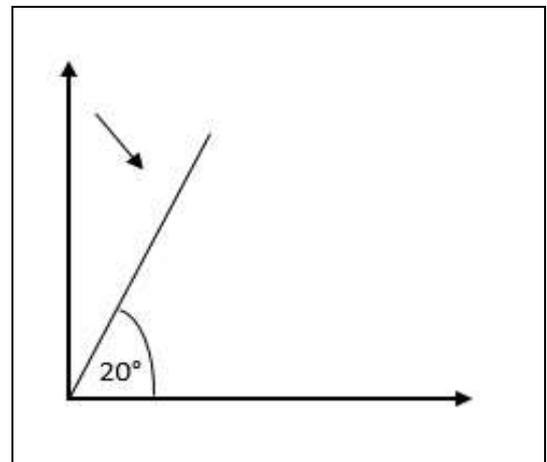
Tabel 1. Pengujian Speed Control (Pengatur Kecepatan Motor DC)

No	Injakan Pedal Gas (0)	Putaran Motor Listrik (rpm)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	10	328	49,17	12,3
2	20	459	48,96	14,5
3	30	556	48,84	16,2
4	40	647	48,63	18,2
5	50	794	48,51	20,3

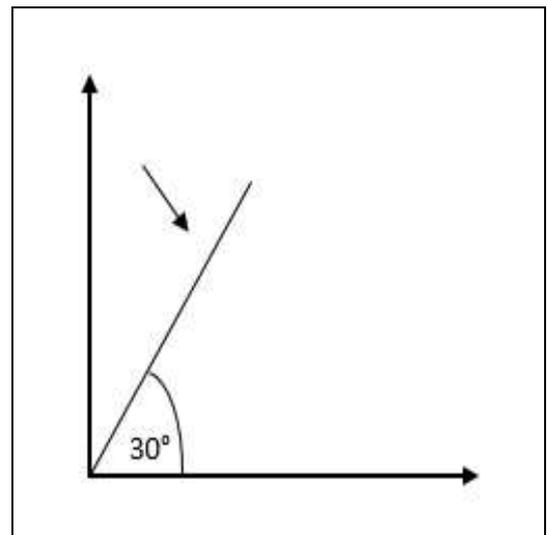
Berdasarkan tabel diatas yaitu untuk pengujian *speed control* (pengatur kecepatan untuk motor DC) pada saat pedal gas ditekan/diinjak dimulai dari 10^0 , dengan putaran motor listrik sebesar 328 rpm, untuk tegangan 49,17 volt, dengan arus 12,3 ampere. Sedangkan untuk pengujian *speed control* (Pengatur kecepatan motor DC) pada saat pedal gas diinjak/ditekan 50^0 dengan putaran motor listrik sebesar 794 rpm, untuk tegangan 48,51 volt dengan arus 20,3 ampere.



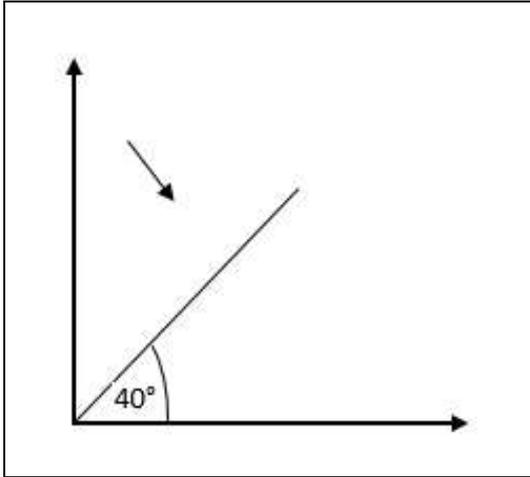
Gambar 7. Sudut Injakan Pedal Gas 10^0



Gambar 8. Sudut Injakan Pedal Gas 20^0



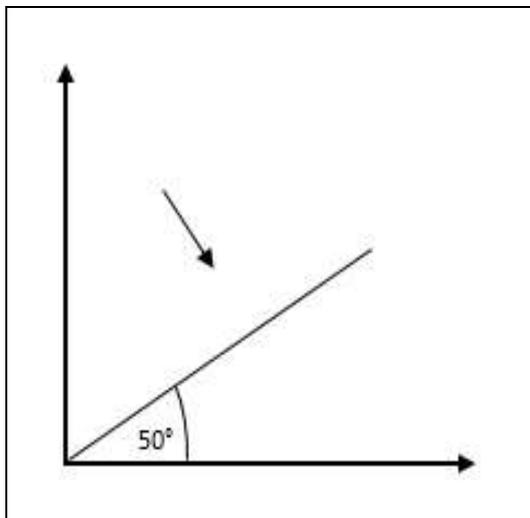
Gambar 9. Sudut Injakan Pedal Gas 30^0



Gambar 10. Sudut Injakan Pedal Gas 40°



Gambar 13. Injakan Pedal Gas



Gambar 11. Sudut Injakan Pedal Gas 50°



Gambar 14. Pengujian Pada Injakan Pedal Gas



Gambar 12. Mobil Hybrid KMHE 2018

4.1 Analisa Pembahasan

Analisa perhitungan daya yang dihasilkan pada tiap-tiap injakan pedal gas. Dari hasil pengujian pada tiap-tiap injakan pedal gas berbeda, dimana putaran motor listrik akan mempengaruhi daya yang dihasilkan, maka daya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

- a. Injakan Pedal Gas 10°

$$P = V \times I$$

$$= 49,17 \text{ V} \times 12,3 \text{ A}$$

$$= \mathbf{604,79 \text{ Watt}}$$
- b. Injakan Pedal Gas 20°

$$P = V \times I$$

$$= 48,96 \text{ V} \times 14,5 \text{ A}$$

$$= \mathbf{709,92 \text{ Watt}}$$
- c. Injakan Pedal Gas 30°

$$P = V \times I$$

$$= 48,84 \text{ V} \times 16,2 \text{ A}$$

$$= \mathbf{791,20 \text{ Watt}}$$

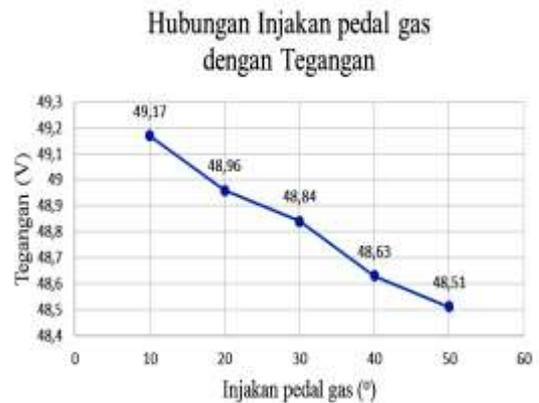
- d. Injakan Pedal Gas 40⁰
 $P = V \times I$
 $= 48,63 \text{ V} \times 18,2 \text{ A}$
 $= \mathbf{885,06 \text{ Watt}}$
- e. Injakan Pedal Gas 50⁰
 $P = V \times I$
 $= 48,51 \text{ V} \times 20,3 \text{ A}$
 $= \mathbf{984,75 \text{ Watt}}$

Dibawah ini adalah tabel hasil perhitungan daya yang dihasilkan dari pengujian pada *speed control* pada kendaraan mobil hybrid. Dari hasil pengujian pada tiap-tiap injakan pedal gas berbeda, dimana putaran motor listrik akan mempengaruhi daya yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan oleh besarnya gaya gerak listrik atau tegangan yang menimbulkan arus listrik sebanding dengan perubahan fluks magnetik yang melalui kumparan maka daya yang dihasilkan akan semakin tinggi atau semakin meningkat.

Tabel 2. Perhitungan Daya Yang Dihasilkan Pada Pengujian Speed Control (Pengatur kecepatan Motor DC)

No	Injakan Pedal Gas (°)	Putaran Motor Listrik (rpm)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	10	328	49,17	12,3	604,79
2	20	459	48,96	14,5	709,92
3	30	556	48,84	16,2	791,20
4	40	647	48,63	18,2	885,06
5	50	794	48,51	20,3	984,75

Pada tabel pengujian diatas, didapatkan dari alat ukur *tachometer* pada putaran motor listrik (rpm), voltmeter pada tegangan (V), tang ampere pada arus listrik (A) dan daya didapatkan dari perhitungan antara tegangan listrik (V) dikalikan dengan arus listrik (A). Dari tabel diatas yaitu untuk pengujian pada injakan pedal gas dimulai dari 10⁰, dengan putaran motor listrik sebesar 328 (rpm), untuk tegangan 49,17 (volt), dengan arus 12,3 (ampere) maka daya yang dibutuhkan yaitu sebesar 604,79 (watt). Sedangkan pada saat pedal gas diinjak/ditekan dari 50⁰, dengan putaran motor listrik sebesar 794 (rpm), untuk tegangan 47,56 (volt) dengan arus 20,3 (ampere). Maka daya yang dibutuhkan yaitu sebesar 984,75 (watt). Terlihat pada tabel diatas semakin dalam injakan/ditekan pedal gas, maka putaran (rpm) motor listrik akan meningkat sehingga tegangan semakin menurun, dengan arus yang akan dibutuhkan untuk memutar motor listrik akan semakin meningkat. Jadi daya yang akan dibutuhkan untuk memutar motor listrik juga meningkat.



Gambar 15. Hubungan Injakan Pedal Gas (°) dengan Tegangan (V)

Berdasarkan grafik pada gambar 15 di atas yaitu pada injakan pedal gas dimulai dari 10⁰ yaitu tegangan 49,01 (Volt), 20⁰ dengan tegangan 48,96 (Volt), 30⁰ dengan tegangan 48,84 (volt), 40⁰ dengan tegangan 48,63 (volt), 50⁰ dengan tegangan 48,51 (volt). Dari grafik diatas setiap injakan pedal gas apabila ditekan/diinjak semakin dalam, maka tegangan (V) yang akan dibutuhkan untuk memutar motor listrik akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan besarnya gaya gerak listrik atau tegangan yang menimbulkan arus listrik pada rangkaian tersebut, apabila injakan pedal gas semakin meningkat atau semakin dalam.



Gambar 16. Hubungan Injakan Pedal Gas (°) dengan Arus (A)

Berdasarkan grafik pada gambar 16 di atas yaitu pada injakan pedal gas dimulai dari 10⁰ yaitu arus 12,3 (Ampere), 20⁰ dengan arus 14,5 (ampere), 30⁰ dengan arus 16,2 (ampere), 40⁰ dengan arus 18,2 (ampere), 50⁰ dengan arus 20,3 (ampere). Dari grafik diatas setiap injakan pedal gas apabila ditekan/diinjak semakin dalam, maka arus yang akan dibutuhkan untuk memutar motor listrik akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan adanya medan penghantar arus listrik yang semakin besar

beda potensial listrik antara dua titik, maka semakin besar pula arus yang mengalir.



Gambar 17. Hubungan Injakan Pedal Gas (°) Dengan Daya

Berdasarkan grafik pada gambar 17 di atas yaitu pada injakan pedal gas dimulai dari 10° daya yang dibutuhkan 604,79 (watt), 20° dengan daya 709,92 (watt), 30° dengan daya 791,20 (watt), 40° dengan daya 885,06 (watt), 50° dengan daya 984,75 (watt). Dari grafik diatas setiap injakan pedal gas apabila diinjak/ditekan semakin dalam atau meningkat maka daya listrik yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal tersebut diakibatkan karena tegangan seperti terlihat pada grafik 1 menurun dan arus pada grafik 2 meningkat. Sehingga daya listrik dihasilkan semakin tinggi atau meningkat.



Gambar 18. Hubungan Putaran Motor Listrik (rpm) dengan Daya (W)

Berdasarkan grafik pada gambar 18 di atas yaitu pada putaran motor listrik dimulai dari 328 (rpm) yaitu daya 604,791 (watt), 459 rpm dengan daya 709,92 (watt), 556 rpm dengan daya 791, 20 (watt), 647 rpm dengan daya 885,06 (watt), 794 rpm dengan daya 984,75 (watt). Dari setiap putaran motor listrik yang semakin meningkat maka daya listrik yang dihasilkan akan semakin tinggi atau meningkat. Hal ini dikarenakan oleh besarnya gaya gerak

listrik atau tegangan yang menimbulkan arus listrik sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang melalui kumparan. Maka daya yang dihasilkan akan semakin tinggi atau semakin meningkat.

5. KESIMPULAN

Untuk pembahasan dan perhitungan data-data pada alat ukur yang didapatkan pada pengujian atau pengambilan data dimulai pada saat injakan pedal gas dari 10° - 50° pada kendaraan mobil hybrid yaitu:

- Bahwa semakin besar sudut injakan pedal gas, maka kecepatan putaran motor listrik, arus, dan daya yang dihasilkan akan semakin bertambah atau semakin besar, sementara nilai tegangan akan semakin rendah atau turun.
- Semakin besar beda potensial listrik antara dua sudut injakan pedal gas, maka semakin besar pula arus yang mengalir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yamin, Mohamad, and Agung Dwi Spto. 2014. "Pengembangan Desain Dan Spesifikasi Prototipe Kendaraan Hybrid."
- [2] Nowak, Rachel. 2008. "Capacitors Take the Strain out of Charging Hybrid Cars." *New Scientist* 200(2678): 26.
- [3] Harfit, AR. 2012. "Kajian Mobil Hybrid Dan kebutuhannya di Indonesia." Program Pasca Sarjana, Universitas Gunadarma.
- [4] Weiss, Martin, Andreas Zerfass, and Eckard Helmers. 2019. "SC." *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.019>
- [5] Nurhuda, Arif. 2013. "Hybrid Car." *Slideshare.Net*: 7. <https://www.slideshare.net/ArifNurhuda/makalah-hybrid-car>.
- [6] Gesang, Dimaz, Billy Christanyo, and I Nyoman. 2014. "Studi Eksperimen Kinerja Traksi Kendaraan Hybrid Sapujagad." 1(2).
- [7] Bitsche, Otmar, and Guenter Gutmann. 2004. "Systems for Hybrid Cars." *Journal of Power Sources* 127(1-2): 8-15.
- [8] Vistronica SAS. 2018. "Motor DC." : 10-13. <https://bit.ly/2rvKGzf>.
- [9] Afif, Muhammad Thowil, Ilham Ayu, and Putri Pratiwi. 2015. "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion , Lithium-Polymer , Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik - Review." *Jurnal Rekayasa Mesin* 6(2): 95-99. rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/download/365/289.
- [10] Putra, Bayu Segara et al. "BATERAI MOBIL LISTRIK DESIGN AND IMPLEMENTATION

OF ELECTRIC CAR BATTERY.”
[11] Nugroho, Argon Puji. 2014. “Sistem

Charging Pada Mobil Listrik.” : 6–7.