# ANALISIS DAYA BATERAI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MOBIL *HYBRID* KMHE 2018

MOHAMAD ZAENURI
41316120053

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**
**FAKULTAS TEKNIK**
**UNIVERSITAS MERCU BUANA**
**JAKARTA 2019**

https://lib.mercubuana.ac.id

LAPORAN TUGAS AKHIR

# ANALISIS DAYA BATERAI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MOBIL *HYBRID* KMHE 2018


Disusun Oleh :

Nama : Mohamad Zaenuri
NIM : 41316120053
Program Studi : Teknik Mesin


DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2019

https://lib.mercubuana.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohamad Zaenuri

N.I.M : 41316120053

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : ANALISIS DAYA BATERAI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MOBIL *HYBRID* KMHE 2018

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, 13 Februari 2019

METERAI TEMPEL
TGL. 20
7F937AFF359329954
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Mohamad Zaenuri

41316120053



https://lib.mercubuana.ac.id

**LEMBAR PENGESAHAN**

ANALISIS DAYA BATERAI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MOBIL *HYBRID* KMHE 2018

Disusun Oleh :

Nama : Mohamad Zaenuri

NIM : 41316120053

Program Studi : Teknik Mesin

Telah Diperiksa Dan Disetujui Oleh Pembimbing
Pada Tanggal : 18 Februari 2019

Mengetahui,

| Pembimbing, | Koordinator Tugas Akhir |
|---|---|
| **(Hadi Pranoto, ST., MT)** | **(Alief Avicenna Luthfie ST., M.Eng)** |



https://lib.mercubuana.ac.id

## PENGAHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat kepada ALLAH SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Daya Baterai Dan Pengaruhnya Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mobil *Hybrid* KMHE 2018".

Penulisan ini disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kelulusan Sarjana Strata Satu ( S1 ) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir ini, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, saran dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Subhannahu wata'ala yang telah memberikan kesehatan, nikmat iman,nikmat islam dan nikmat hidup, beserta ridhoNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua tersayang, beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis untuk menyelesaikan studi S1.
3. Bapak Hadi Pranoto, ST, MT selaku dosen pembimbing dan Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan mengarahkan dalam pembuatan tugas akhir ini.
4. Haris wahyudi, ST, M.sc, selaku koordinator Tugas Akhir yang selalu memberikan informasi administrasi dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Rekan-rekan dari kelas karyawan Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan masukan-masukan terhadap tugas akhir ini.
6. Dan semua pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materiil dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, maka dari itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca semua.

Harapan penulis semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada penulis apada khususnya dan kepada pembaca pada umumnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 13 Februari 2019

Mohamad Zaenuri

UNIVERSITAS MERCU BUANA



https://lib.mercubuana.ac.id

# DAFTAR ISI


| | Halaman |
|---|---|
| **HALAMAN JUDUL** | **i** |
| **LEMBAR PENGESAHAN** | **ii** |
| **LEMBAR PERNYATAAN** | **ii** |
| **PENGAHARGAAN** | **iv** |
| **DAFTAR ISI** | **v** |
| **DAFTAR TABEL** | **vi** |
| **DAFTAR GAMBAR** | **vii** |
| **Abstrak** | 1 |
| **1. PENDAHULUAN** | **2** |
| **2. LANDASAN TEORI** | **3** |
| 2.1. Klasifikasi kendaraan *hybrid* berdasarkan *drivetrain* | 3 |
| 2.2. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Hibridisasi | 5 |
| 2.3 Cara Kerja Mobil Hibrida | 6 |
| 2.4 Penggerak utama kendaaan hybrid | 7 |
| 2.5 Komponen Utama Kendaraan Hybrid | 10 |
| 2.6 sistem Cut-off | 10 |
| **3. METODOLOGI PENELITIAN** | **11** |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian | 12 |
| 3.2. Studi Literatur | 12 |
| 3.3. Variabel Penelitian | 12 |
| 3.4. Alat dan Bahan | 12 |
| 3.5 Tahap Pengujian | 12 |
| 3.6 Pengambilan Data dan Perhitungan | 13 |
| 3.7.Tahap Analisa | 13 |
| **4. HASIL PENELITIAN** | **13** |
| **5. KESIMPULAN** | **16** |


UNIVERSITAS MERCU BUANA



https://lib.mercubuana.ac.id

# DAFTAR TABEL

Tabel.1 Alat dan Bahan 12
Tabel. 2 Data percobaan 1 13
Tabel. 3 Data Percobaan 2 13
Tabel. 4 Data Percobaan 3 13
Tabel. 5 Data Percobaan 4 14

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


https://lib.mercubuana.ac.id

## DAFTAR GAMBAR


Gambar 1 ekspor impor minyak mentah indonesia 2006-2015 2
Gambar 2 Perbandingan electric vs Gasoline Vehicle 2
Gambar 3 Konfigurasi *Hybrid* seri 4
Gambar 5 Konfigurasi *Hybrid* Paralel 4
Gambar 6 Parallel Hybrid Electric Vehicle 5
Gambar 7 Konfigurasi Hybrid seri dan paralel 5
Gambar 8 Start awal mobil full hibrid 6
Gambar 9 Kecepatan Normal 7
Gambar 10 Kecepatan Tinggi 7
Gambar 11 Deselerasi 7
Gambar 12 kurva torsi dan kecepatan mesin bensin 7
Gambar 13 konsumsi bahan bakar mesin bensin 8
Gambar 14 kurva torsi dan kecepatan mesin diesel 8
Gambar 15 konsumsi bahan bakar mesin diesel 8
Gambar 16 Prinsip kerja PEMFC 9
Gambar 17 Kurva tegangan dan rapat arus 9
Gambar 18 Penggerak Utama FC 9
Gambar 19 Mesin honda beat karburator 10
Gambar 20 Motor Listrik 10
Gambar 21 Baterai 10
Gambar 22 slow cut sistem 11
Gambar 23 Diagram Alir Penelitian 11
Gambar 24 Pengujian mobil hybrid 13
Gambar 25 kondisi jalan yang tidak rata 13
Gambar 26 mobil hybrid KMHE 13
Gambar 27 Percobaan 1 konsumsi bahan bakar 14
Gambar 28 Percobaan 2 konsumsi bahan bakar 14
Gambar 29 Percobaan 3 konsumsi bahan bakar 14
Gambar 30 Percobaan 4 konsumsi bahan bakar 14
Gambar 31 perbandingan jarak tempuh mobil hybrid KMHE dan mesin honda beat 15


UNIVERSITAS MERCU BUANA



https://lib.mercubuana.ac.id

# ANALISIS DAYA BATERAI DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MOBIL *HYBRID* KMHE 2018

**Mohamad Zaenuri , Hadi Pranoto**

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

E-mail: zaenuriimohamad@yahoo.com

**Abstrak** – Minyak bumi sebagai salah satu energi primer merupakan sumber daya alam yang jumlahnya terbatas. Akan tetapi pemakaian minyak bumi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Untuk itu diperlukan upaya penghematan pemakaian bahan bakar minyak. Salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi *hybrid electrical vehicle.* Teknologi *hybrid* menggabungkan dua atau lebih sumber tenaga yaitu antara mesin berbakan bakar bensin dengan mesin bertenaga listrik. Mobil Hybrid KMHE memanfaatkan sistem cut-off yang mengalihkan dari mesin bahan bakar minyak beralih ke mesin elektrik. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah mengukur pemakaian bahan bakar pada variasi kecepatan 40 km/h, 50 km/h, dan 60 km/h dengan panjang lintasan 2800 m. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kosumsi bahan bakar bensin pada Kendaraan *Hybrid* KMHE 2018. Hasil penelitian pada kecepatan 40 km/h, 50 km/h dan 60 km/h pemakaian bahan rata-rata adalah 69,25 ml, 9,75 ml, dan 10,25 ml. Sedangkan daya baterai dapat bertahan selama 7,2 menit dengan penggunaan pada putaran 2500 rpm.

***Kata Kunci:*** *hybrid electrical vehicle HEV, electrical vehicle EV, cut-off*

***Abstrac -*** *Petroleum as one of the primary energy is limited natural resources. However, the use of petroleum from year to year is increasing. For this reason, it is necessary to help reduce the use of fuel oil. One of them is using hybrid electric vehicle technology. Hybrid technology. More than two sources of energy, namely between gasoline-fueled engines with electric-powered engines. The KMHE Hybrid car uses a cut-off system that is moved from an oil fuel engine to an electric engine. The method used in this study is to measure fuel use at a speed variation of 40 km / h, 50 km / h, and 60 km / h with a trajectory length of 2800 m. The purpose of this study was to study the consumption of gasoline in Hybrid KMHE 2018 vehicles. The results of the research at speeds of 40 km / h, 50 km / h and 60 km / h on average fuel use were 69.25 ml, 9,75 ml , and 10,25 ml. While the battery can last for 7.2 minutes with use at 2500 rpm.*

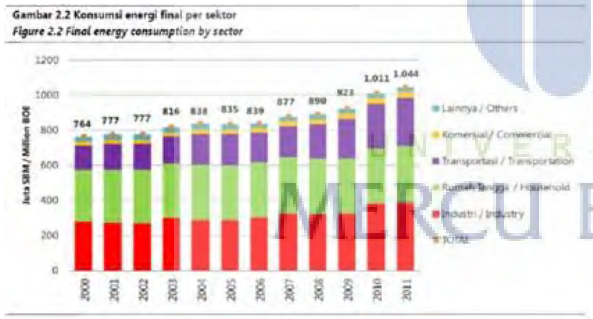
***Keywords:*** *hybrid electrical vehicle HEV, electrical vehicle EV, cut-off*

https://lib.mercubuana.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

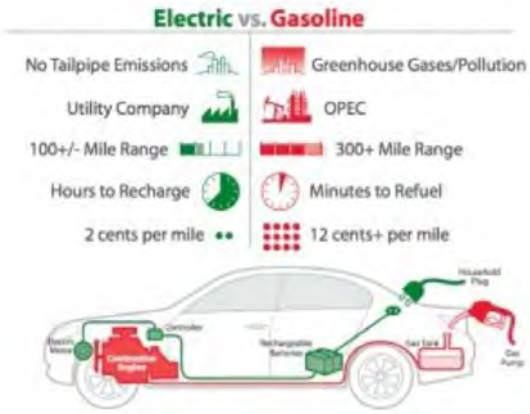
Minyak bumi merupakan sumber energi primer yang penting bagi jalannya kehidupan manusia. Jumlah ketersediaannya terbatas dan tak bisa diperbarui yang akan habis jika dieksploitasi secara terus menerus. Upaya konservasi energi yang sistematis, terencana dan terpadu dibutuhkan guna meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber energi ini sebagai cadangan strategis dalam memenuhi kebutuhan energi nasional (Rahmanda, 2017).

Hingga saat ini sebagian besar pasokan energi nasional bergantung pada minyak bumi. Persentase konsumsinya terhadap total pemakaian energi final merupakan yang terbesar dan terus mengalami peningkatan, sedangkan cadangan energi minyak bumi makin menipis dan produksi minyak bumi pun terus menurun. Grafik di bawah ini memperlihatkan jumlah produksi, konsumsi, ekspor, dan impor minyak bumi di Indonesia (Sarjana & Gunadarma, 2013).




**Gambar 1** Grafik Konsumsi Bahan Bakar Minyak (Rahmanda, 2017)

Dewasa ini untuk menjawab misi penghematan energi dan pengurangan emisi, maka diperlukan kendaraan dengan pemakaian bahan bakar fosil seminimal mungkin. Kendaraan listrik *(Electrical Vehicle)* menjadi solusi utama penghematan energi. Akan tetapi mobil listrik tidak menarik bagi konsumen. Hal ini dikarenakan daya jelajah dari kendaraan listrik yang lebih rendah dibandingkan dengan mobil bahan bakar minyak. Selain itu kendaraan listrik memerlukan waktu yang lama untuk pengisisan ulang daya baterai, sehingga sebagian kalangan masyarakat menilai bahwa kendaraan ini masih kurang handal dibandingkan dengan mobil berbahan bakar minyak.




**Gambar 2** Perbandingan electric vs Gasoline Vehicle ("Deceleration Fuel Cut-off System pada karburator," 2016)

Mobil *hybrid* menggunakan kombinasi dari motor listrik dan pembakaran di mesin, dengan memaksimalkan kekuatan dari kedua sumber daya tersebut disamping saling mengisi kekurangannya. Hasilnya adalah efisiensi konsumsi bahan bakar dengan performa yang luar biasa.

Mesin bensin pada mobil hybrid memiliki mesin bensin seperti pada sebagian besar mobil saat ini. Namun, mesin bensin pada mobil hybrid lebih kecil dan menggunakan teknologi canggih untuk mengurangi emisi dan meningkatkan efisiensi bahan bakarnya. Tangki bahan bakar dalam mobil hybrid adalah perangkat penyimpanan energi untuk mesin bensin. Bensin memiliki kerapatan energi yang jauh lebih tinggi daripada baterai. Misalnya, dibutuhkan sekitar 1.000 pon baterai untuk menyimpan energi sebanyak 1 galon (7 pon) bensin. Motor listrik pada mobil hybrid memungkinkannya bertindak sebagai motor sekaligus generator. Selain sebagai penggerak utama kendaraan juga sekaligus sebagai pengisi daya baterai.

Misalnya, ketika diperlukan, dapat menarik energi dari baterai untuk mempercepat mobil. Generator mirip dengan motor listrik, tetapi hanya berfungsi untuk menghasilkan daya listrik. Ini digunakan sebagian besar pada hybrid seri. Baterai dalam mobil hybrid adalah perangkat penyimpanan energi untuk motor listrik. Berbeda dengan bensin di tangki bahan bakar, yang hanya bisa

UNIVERSITAS MERCU BUANA

menyalakan mesin bensin, motor listrik pada mobil hibrida dapat memasukkan energi ke baterai serta menarik energi dari baterai. Transmisi pada mobil hybrid melakukan fungsi dasar yang sama dengan transmisi pada mobil konvensional.

Penggabungan dua sumber daya (listrik & bensin) dapat dilakukan dengan 2 cara berbeda yakni secara seri dan paralel. Pada hybrid paralel tangki bahan bakar dan mesin terhubung ke transmisi. Baterai dan motor listrik juga terhubung ke transmisi secara langsung. Sehingga, dalam hybrid paralel, baik motor listrik dan mesin dapat memberikan tenaga ke penggerak utama. Sebaliknya, dalam hybrid seri, mesin bensin menggerakkan generator, dan generator dapat mengisi baterai atau menggerakkan motor listrik yang menggerakkan transmisi. Dengan demikian, mesin bensin tidak pernah secara langsung menggerakkan kendaraan.

Pada umumnya mobil Hybrid menggunakan sistem cut-off untuk beralih dari mesin bahan bakar minyak ke mesin elektrik. Sistem cut-off bekerja dengan cara menutup katup bahan bakar sehingga pembakaran dalam ruang bakar berhenti selanjutnya sistem elektrikal akan mengambil alih penggerak mobil. Mobil KMHE menggunakan sistem engine cut-off yang sedikit berbeda dengan mobil hybrid pada umumnya. Pada start awal dari keadaan berhenti hingga mencapai kecepatan 36 km/h mesin bergerak menggunakan mesin bahan bakar minyak, kemudian pada kecepatan diatas 36km/h sistem *cut-off* akan bekerja mematikan mesin kemudian sistem penggerak akan beralih ke penggerak mesin elektrik. Mesin penggerak mobil hybrid KMHE menggunakan mesin honda beat dan motor listrik 2500 rpm. Perpindahan dari motor listrik ke motor pembakaran dalam adalah ketika kecepatan kendaraan turun dibawah 40 km/h. Motor listrik pada mobil hybrid KMHE juga berfungsi sebagai charger untuk baterai. Dengan mengunakan inverter tegangan yang dihasilkan motor listrik sebesar 33v diubah ke tegangan 12 v sehingga daya baterai dapat dijaga pada kemampuan maksimal. Hal ini juga dapat meminimalisir waktu pengisian baterai.

Dengan perpaduan antara *internal combustion engine* dan motor listrik diharapkan mobil KMHE ini dapat menjadi mobil hybrid yang hemat energi dan ramah lingkungan.

## 2. LANDASAN TEORI

*Hybrid* adalah suatu teknologi yang menggunakan sumber tenaga ganda. Sementara kendaraan *hybrid* adalah suatu tipe kendaraan yang memiliki sumber penggerak ganda, mesin bensin *(Internal CombustionEngine)* dan motor listrik. Sumber energinya berasal dari bahan bakar fosil (bensin) atau substitusinya dan energi listrik yang disimpan di baterai. Mesin bensin dan motor listrik memiliki karakter khasnya masing-masing, dan karakter tersebut dapat saling melengkapi atau menggantikan sepenuhnya. Mesin bensin memiki efisiensi rendah pada putaran rendah dan efisiensi tinggi pada putaran tinggi. Sebaliknya, motor listrik memiliki efisiensi yang lebih tinggi pada putaran yang lebih rendah. Pada kondisi jalanan macet, kendaraan konvensional cenderung untuk berputar pada putaran rendah, dan hal tersebut secara signifikan meningkatkan konsumsi bahan bakar (Akriti Singhal, 2015).

### 2.1. Klasifikasi kendaraan *hybrid* berdasarkan *drivetrain*

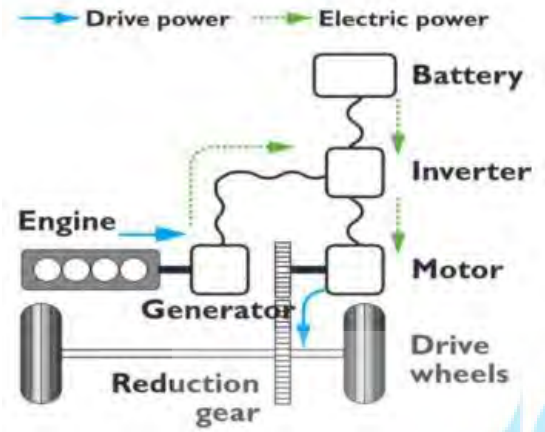
Apabila dilihat dari skema aliran daya untuk menggerakkan kendaraan, sistem *hybrid* dibagi menjadi tiga, yakni sitem *hybrid* paralel, seri dan seri-paralel. Pada penelitian ini yang dibahas adalah *hybrid* seri dan paralel.

#### a. *Hybrid* seri

*Hybrid* seri adalah konfigurasi *hybrid* paling sederhana. Pada *hybrid* seri, hanya motor listrik yang menggerakkan roda. Motor listrik menerima tenaga listrik dari baterai atau generator yang digerakkan oleh *engine*-generator. *Engine* generator yang digunakan biasanya berkapasitas kecil dan dihubungkan secara seri karena hanya digunakan untuk menambah jarak tempuh berkendara. Hal ini dilakukan untuk memperoleh kebutuhan tenaga yang besar

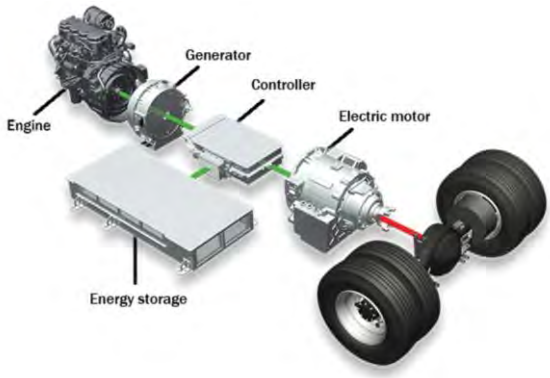

https://lib.mercubuana.ac.id

sehingga ukuran baterai dan motor lebih besar. Akibatnya, biaya *hybrid* seri lebih mahal dibandingkan *hybrid* paralel. Di samping itu, sistem seri ini juga tidak memerlukan kopling dan transmisi agar mobil bisa bekerja pada berbagai kondisi kerja (Driesen, Clement, & De Breucker, 2010).




**Gambar 3** Konfigurasi *Hybrid* seri (Baghli, 2010)

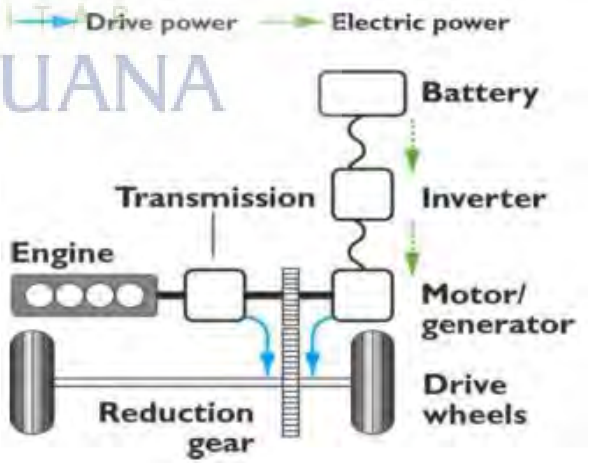
Dalam kasus Kendaraan Listrik Hibrid Seri, daya dorong hanya dilakukan melalui motor listrik. ICE, yang terhubung ke generator listrik, hanya digunakan untuk menghasilkan energi listrik untuk memberi daya pada motor listrik atau untuk mengisi baterai tegangan tinggi dan tidak digunakan untuk mendorong kendaraan secara langsung. Sistem penggerak utama baik mesin atau motor listrik dirangkai secara terpisah sehingga memungkinkan kendaraan bergerak menggunakan salah satu dari keduanya. Kapasitas baterai pada *drivetrain* seri biasanya lebih besar dibanding baterai pada *drivetrain* paralel. Hal ini dikarenakan sistem penggerak roda yaitu mesin dan motor listrik masing-masing terpisah. Sehingga ketika motor listrik bekerja maka akan membutuhkan daya yang lebih tinggi. Komponen penggerak utama seperti : baterai motor dan generator yang dibutuhkan tentu akan lebih besar dibandingkan *drivetrain* paralel. Sehingga hal ini membuat hibrida seri lebih mahal daripada hibrida paralel (Fauzan, 2016).




**Gambar 4** Series Hybrid Electric Vehicle (Firmansyah, 2018)

**b. *Hybrid* Paralel**

Pada *hybrid* paralel engine-generator dan motor listrik langsung menggerakkan roda. Tambahan pengendali dan transmisi memungkinkan komponen bekerja secara bersama-sama. *Hybrid* paralel dapat menggunakan baterai yang lebih kecil karena sebagian tenaga dibantu oleh engine. Ketika kebutuhan tenaga tidak terlalu besar, *hybrid* paralel memanfaatkan tenaga engine guna memutar generator untuk mengisi baterai atau digunakan sebagai charger tambahan. baru bekerja bila energi pada baterai habis (Sarjana & Gunadarma, 2013).

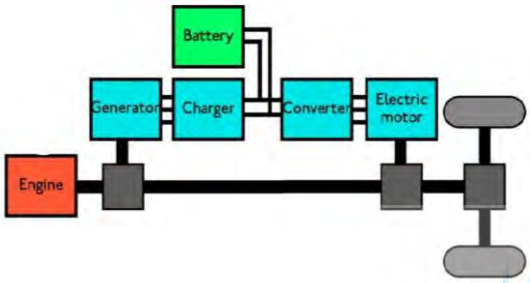



**Gambar 5** Konfigurasi *Hybrid* Paralel (Baghli, 2010)

Pada kendaraan dengan d*rivetrain Paralel Hybrid*, mesin dan motor listrik bekerja bersama untuk menghasilkan tenaga yang menggerakkan roda. Hibrida paralel membutuhkan kapasitas baterai yang lebih kecil daripada *drivetrain* Seri, karena pada hibrida paralel mengandalkan pengereman regeneratif untuk mengisi ulang daya baterai.

https://lib.mercubuana.ac.id

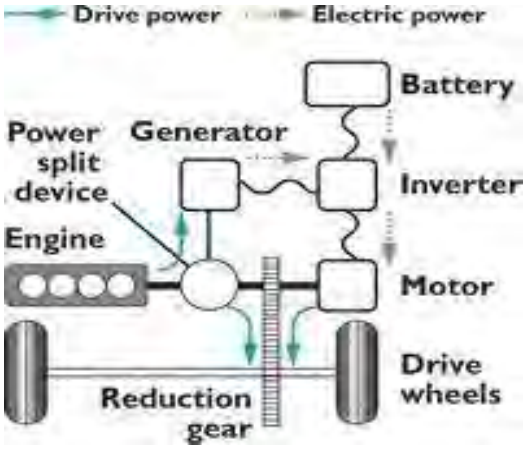
Ketika daya baterai rendah, hibrida paralel akan memanfaatkan putaran motor sebagai generator untuk pengisian daya tambahan, seperti alternator pada mobil konvensional. Karena mesin terhubung langsung ke roda di *drivetrain* Paralel. Hibrida paralel cukup efisien dalam mengubah tenaga mekanik menjadi listrik dan kembali digunakan sebagai penggerak, sehingga meningkatkan efisiensi hibrida ini di jalan raya (Fauzan, 2016).




**Gambar 6** Parallel Hybrid Electric Vehicle (Firmansyah, 2018)

**c. Sistem *hybrid* secara seri dan paralel Gabungan**

Sistem ini memungkinkan sumber tenaga menjadi paling fleksibel dan optimal, sehingga mampu mencapai tingkat efisiensi maupun tingkat kehandalan performa yang mengagumkan. Teknologi *hybrid* ini memiliki generator atau pembangkit listrik khusus dan alat pembagi tenaga yang mampu menyalurkan tenaga yang dihasilkan oleh pembakaran pada ruang mesin untuk menggerakkan roda secara langsung, atau sebagai tenaga bagi motor listrik untuk melakukan pergerakan, tergantung dari kondisi berkendara. Hal ini memungkinkan kedua sumber tenaga tersebut bekerja pada seefisien mungkin. Pada saat kecepatan rendah ke tinggi, kendaraan juga dapat melaju meskipun hanya menggunakan tenaga listrik saja. Dan ini dapat menghasilkan efisiensi yang besar. Generator juga dapat digunakan untuk mengisi aki melalui alat pembalik atau konverter. Pada saat melakukan akkselerasi atau percepatan secara mendadak juga dapat menghasilkan performa yang maksimal (Gesang, Christanyo, & Nyoman, 2014).




**Gambar 7** Konfigurasi Hybrid seri dan paralel (Baghli, 2010)

## 2.2. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Hibridisasi

*Hybrid* paralel dan gabungan dapat dikategorikan berdasarkan pada keseimbangan antara sistem ICEV dan sistem EV untuk mendapatkan daya dorong. Dalam beberapa kasus, mesin pembakaran adalah bagian yang dominan, sedangkan motor listrik menyala hanya ketika dorongan dibutuhkan. Dan yang lainnya hanya menggunakan tenaga listrik saja (Driesen et al., 2010).

**a. *Full hybrid***

Sebuah klasifikasi kendaraan hybrid di mana susunan drive motor listrik, mesin pembakaran internal dan sistem baterai memungkinkan kendaraan hybrid yang akan didukung sepenuhnya oleh motor listrik dalam suatu kondisi-umumnya pada saat melakukan manuver yang membutuhkan kecepatan rendah. Bila tenaga tambahan diperlukan, dengan melakukan kick engine maka kedua sumber tenaga akan bekerja sama untuk menggerakkan kendaraan.
.(Driesen et al., 2010)

**b. *Medium hybrid***

*Medium Hybrid* menggunakan ICE sebagai tenaga penggerak utama, dengan motor listrik sebagai penguat torsi yang terhubung secara paralel dengan poros. Mode EV hanya dimungkinkan untuk jangka waktu yang sangat terbatas, dan ini bukan mode standar. Dibandingkan dengan hibrida penuh, jumlah daya listrik yang dibutuhkan lebih

UNIVERSITAS MERCU BUANA


https://lib.mercubuana.ac.id

kecil, sehingga ukuran sistem baterai dapat dikurangi. Motor listrik, yang dipasang di antara mesin dan transmisi, pada dasarnya adalah motor starter yang besar, yang beroperasi tidak hanya ketika mesin berubah mode, tetapi juga ketika pengemudi "menginjak gas" dan membutuhkan daya ekstra. Motor listrik juga dapat digunakan untuk menyalakan kembali mesin pembakaran, juga ketika mematikan mesin utama saat idle, sementara sistem baterai digunakan untuk daya cadangan. Motor listrik berfungsi sebagai generator selama pemutusan regeneratif.(Driesen et al., 2010)

**c. *Mild hybrid***

*Mild Hybrid* atau hibrida ringan pada umumnya adalah mesin pembakaran dalam yang dilengkapi dengan mesin listrik (satu motor / generator dalam konfigurasi hibrida paralel) yang memungkinkan mesin dimatikan setiap kali mobil sedang melaju, mengerem, atau berhenti, namun dapat menyala ulang dalam waktu yang cepat. Hibrida ringan dapat menggunakan rem regeneratif untuk meningkatkan daya tambahan ke mesin pembakaran dalam (ICE). Akan tetapi hibrida ringan tidak memiliki mode penggerak listrik saja (Driesen et al., 2010).

**d. *Plug in hybrid electrical vehicle* (*PHEVs*)**

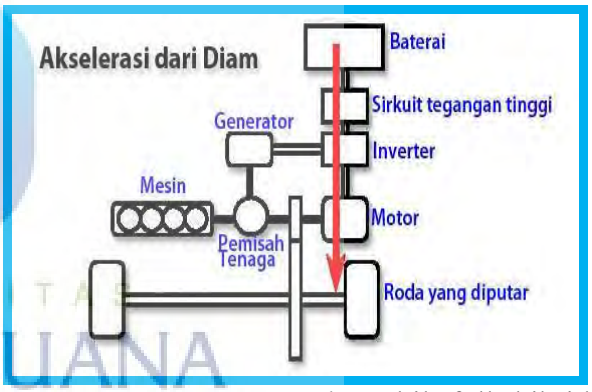
Jenis hibrida ini dapat beroperasi hanya dengan daya baterai saja. Hibrida ini menggunakan kapasitas baterai yang besar dan kemampuan untuk mengisi ulang daya baterai. Hibrida ini dapat berupa desain paralel atau seri atau juga disebut *gas-optional*, atau *griddable hybrid*s. Fungsi utamanya adalah sistem ini dapat menghemat bahan bakar untuk jarak yang signifikan, dengan memanfaatkan daya baterai sehingga ICE dapat dinonaktifkan sementara. *Electric Power Research Institute* menemukan bahwa biaya membeli PHEVs lebih rendah daripada biaya yang dikeluarkan untuk perawatan peralatan itu sendiri serta dengan meningkatkan teknologi baterai. Efisiensi dan emisi PHEVs lebih baik dibandingkan dengan hibrida yang bergantung pasa bahan bakar bensin (Pendidikan, Mesin, & Teknik, 2013).

## 2.3 Cara Kerja Mobil Hibrida

Cara kerja mobil hybrid dapat dilihat pada 4 kondisi yakni :

**a. Kondisi 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 hibrida menggunakan listrik untuk memutar motor listrik yang disimpan di baterai untuk menjalankan pada saat start atau jalan pelan (Bitsche & Gutmann, 2004).



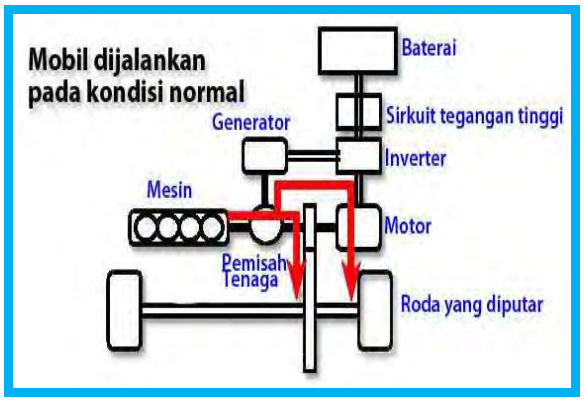

**Gambar 8** Start awal mobil full hibrid (Nurhuda, 2016)

**b. Kondisi kecepatan normal**

Motor listrik sebagai penggerak utama, sementara mesin bahan bakar hanya sekali – sekali saja membantu. Baterai memberikan energi listrik kepada motor listrik, motor listrik menggerakkan roda mobil dan mesin bahan bakar terkadang membantu menggerakkan roda mobil. Perubahan dari mesin bahan bakar bensin ke motor listrik dipengaruhi beberapa faktor, yakni kecepatan mobil, daya baterai dan sistem pengisian daya baterai. Bila daya baterai rendah maka perlu adanya pengisian ulang sehingga mesin bensin dibutuhkan untuk pengisian (Bitsche & Gutmann, 2004).

UNIVERSITAS MERCU BUANA

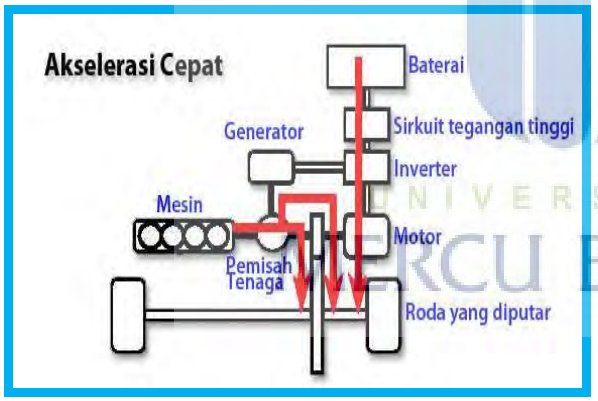

https://lib.mercubuana.ac.id




**Gambar 9** Kecepatan Normal (Nurhuda, 2016)

**c. Kondisi kecepatan tinggi**

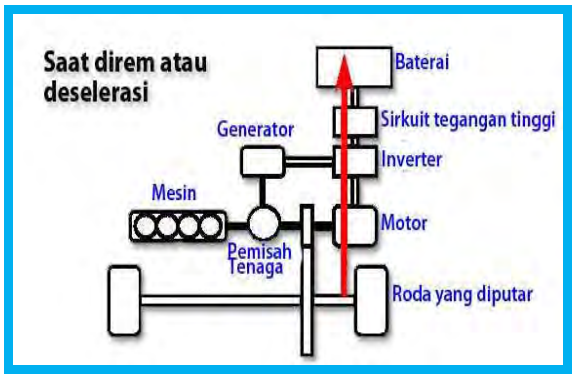
Motor listrik dan mesin bahan bakar secara bersamaan bekerja untuk menghasilkan tenaga gabungan yang besar. Baterai memberikan energi listrik kepada motor listrik untuk menggerakkan roda mobil, begitu juga mesin bahan bakar secara bersamaan menggerakan roda mobil (Bitsche & Gutmann, 2004).




**Gambar 10** Kecepatan Tinggi (Nurhuda, 2016)

**d. Kondisi Deselerasi / 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 energi listrik untuk mengisi ulang baterai (Bitsche & Gutmann, 2004).




**Gambar 11** Deselerasi (Nurhuda, 2016)

**2.4 Penggerak utama kendaaan hybrid**

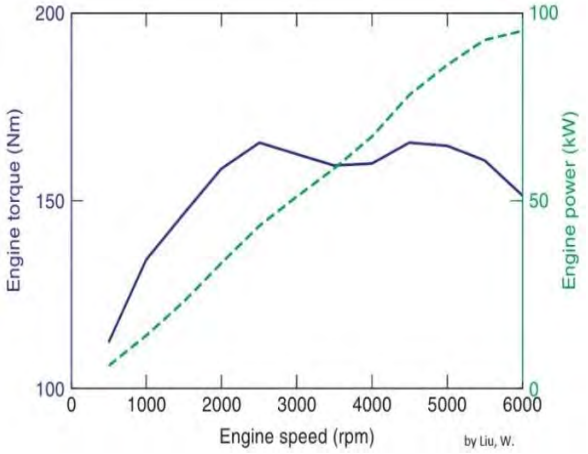
Penggerak utama kendaaan hybrid adalah sumber energi utama pada mbil berkonsep hybrid, yang umumnya merupakan salah satu dari penggerak dengan bahan bakar bensin, solar (mesin diesel), atau bahan bakar cell. Pemilihan penggerak utama didasarkan pada persyaratan *drivability, fuel economy*, dan emisi.

Dari 3 jenis mesin diatas berikut adalah perbedaan mesin bahan bakar bensin, mesin bahan bakar diesel / solar danmesin bahan bakar cell :

**a. Mesin Bensin**

Sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis.

Pemakaian bahan bakar bensin dapat kita lihat pada grafik berikut :

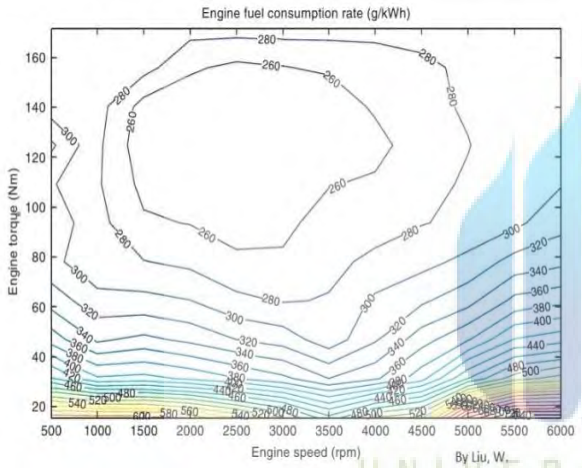



**Gambar 12** kurva torsi dan kecepatan mesin bensin (Firmansyah, 2018)

Mesin bensin adalah mesin yang paling maju yang mengubah energi fosil


https://lib.mercubuana.ac.id

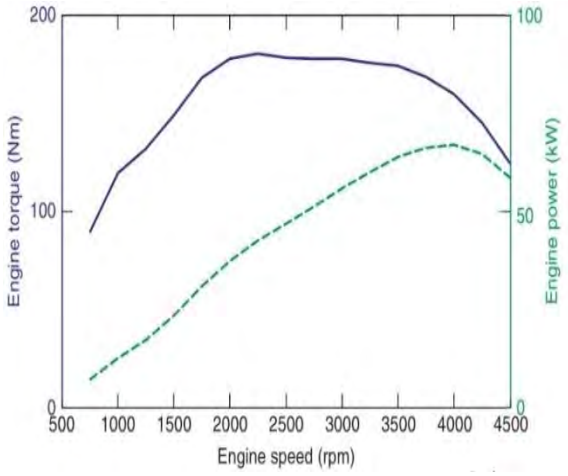
alami menjadi kerja mekanik untuk mendorong sebuah kendaraan. Keuntungan utama dari jenis mesin ini adalah kekuatan spesifknya yang tinggi ( rasio kekuatan-berat ), kecepatan rotasi yang luas, dan efisiensi mekanis yang tinggi.(Firmansyah, 2018) Untuk melakukan peranangan sistem hibrid dan analisis kinerja, yang perlu diperhatikan adalah hubungan antara torsi/daya ICE ( *internal combustion engine* ) versus keceptan, konsumsi bahan bakar dan emisi. Contoh kurva torsi / daya versus kecepatan mesin bensin ditunjukkan pada gambar 9 di tas dan kontur konsumsi bahanbakar ditnjukkan pada gambar berikut :




**Gambar 13** konsumsi bahan bakar mesin bensin (Firmansyah, 2018)

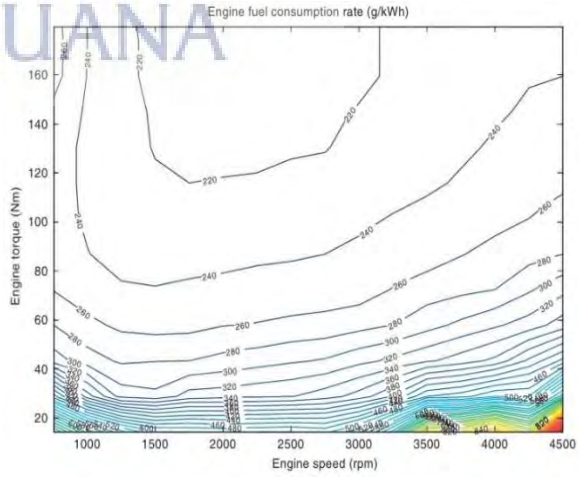
**b. Mesin Diesel**

Mesin diesel adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar.




**Gambar 14** kurva torsi dan kecepatan mesin diesel (Firmansyah, 2018)

Jenis pengapian pada mesin diesel yang memanfaatkan kompresi membuat mesin diesel membakar bahan bakar pada suhu yang jauh lebih tinggi daripada mesin bensin, sehingga efisiensinya secara inheren lebi tinggi(Firmansyah, 2018). Mesin diesel juga memiliki interval perawatan dan masa pakai lebih lama dari pada mesin bensin. Kurva torsi / tenaga dianding kecepatan mesin diesel ditunjukkan pada gambar kurva diatas, dan kontor konsumsi bahan bakar yang sesuai ditunjukkan pada gambar dibawah.




**Gambar 15** konsumsi bahan bakar mesin diesel (Firmansyah, 2018)

Dari kurva diatas, dapat dilihat bahwa keceptan operasi mesin diesel lebih randah dari pada mesin bensin dan kurva torsinya lebih datar. Fitur ini memungkinkan mesin diesel menjadi penggerak prima yang lebih baik untuk kendaraan hybrid menengah *( mid*

UNIVERSITAS MERCU BUANA

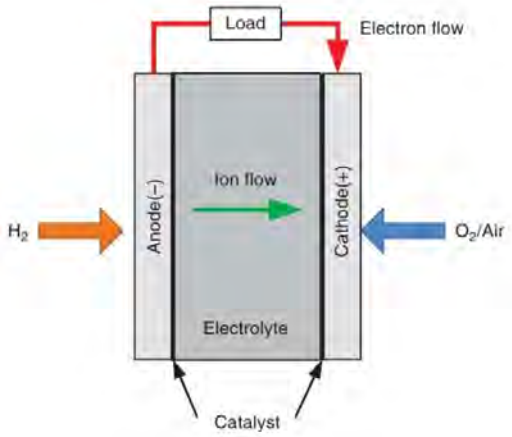

https://lib.mercubuana.ac.id

*hybrid ).* Mesin diesel memiliki beberapa kelemahan meliputi kebisingan, getaran, kekerasan, bau, berat, biaya perawatan yang lebih tinggi, dan lambat pemanasan dalam cuaca dingin. Karena lambatnya pemanasan mesin diesel tidak dianjurkan untuk pekerjaan pengangkutan jarak pendek dan pekerjaan stop and go.

**c. Mesin Bahan Bakar Cells**

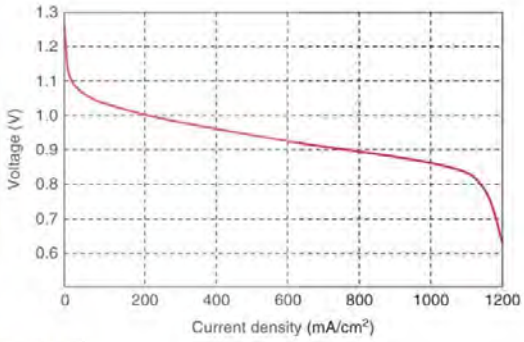
Fuel cell (FCs) sangat menjanjikan sebagai kandidat untuk mengurangi emisi dan konsumsi energi untuk memperbaiki situasi iklim global. Meskipun banyak jenis FC telah berhasil dikembangkan, proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) dan solid-oxide fuel cells (SOFCs) mendapat banyak perhatian untuk penggerak utama kendaraan hybrid dengan perbaikan biaya, respons sementara, dan dingin. kinerja sistem FC.

FC adalah komponen elektrokimia yang dapat terus mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi listrik. FC bekerja mirip dengan baterai elektrokimia. Perbedaan utamanya adalah energi kimia yang dikonversi pada baterai tersimpan di dalam baterai. Jadi, begitu energi kimia telah diubah menjadi energi listrik, baterai harus diisi ulang atau berakhir pada masa pakainya. Tapi untuk FC, energi kimia yang dikonversi disediakan oleh penyimpanan eksternal; Oleh karena itu, reaksi kimia dapat berlangsung terus menerus untuk mendapatkan energi listrik asalkan bahan bakar dan oksigen dipasok.



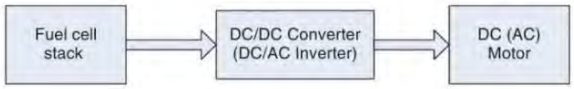

**Gambar 16** Prinsip kerja PEMFC (Firmansyah, 2018)

Konstruksi dasar PEMFC diilustrasikan oleh di atas, yang terdiri dari elektroda anoda, elektroda katoda, dan elektrolit di antara elektroda. Gas hidrogen dimasukkan ke dalam anoda dan oksigen (biasanya dari udara) masuk katoda. Katalis pada anoda memecah hidrogen menjadi elektron dan proton. Elektron melakukan perjalanan melalui kawat luar / beban yang menghasilkan arus ke katoda sementara proton melewati elektrolit ke katoda. Begitu elektron dan proton mencapai katoda, mereka bersatu kembali dan bereaksi dengan oksigen pada katalis katoda untuk membentuk air limbah. Gambar di bawah menunjukkan tegangan terminal terhadap kerapatan arus untuk PEMFC biasa pada suhu 25 ° C.




**Gambar 17** Kurva tegangan dan rapat arus (Firmansyah, 2018)

Untuk kendaraan dengan penggerak berbasis FC, subsistem FC perlu diintegrasikan dengan konverter DC / DC atau inverter DC / AC dan motor listrik, seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.




**Gambar 18** Penggerak Utama FC (Firmansyah, 2018)

Karena penggerak FC terdiri dari banyak subsistem, karakteristiknya yang rinci sangat rumit. Dari sudut pandang kontrol, suhu operasi, tekanan, dan kelembaban sistem FC adalah variabel kontrol yang paling penting dan menantang yang mempengaruhi kinerja dan efisiensi


https://lib.mercubuana.ac.id

keseluruhan sistem. Keuntungan terbesar menggunakan FC sebagai penggerak utama untuk kendaraan hybrid adalah kendaraan yang diimplementasikan adalah kendaraan dengan emisi nol sejati atau tanpa menyisakan sedikitpun emisi.

## 2.5 Komponen Utama Kendaraan Hybrid

Dibandingkan dengan kendaraan konvensional kendaraan hybrid memiliki lebih banyak komponen karena sistem kelistrikan dan adanya penggerak motor listrik. Berikut adalah komponen utama kendaraan hybrid :

1. **Engine**

Mesin bensin pada mobil hybrid memiliki mesin bensin seperti pada sebagian besar mobil saat ini. Namun, mesin bensin pada mobil hybrid lebih kecil dan menggunakan teknologi canggih untuk mengurangi emisi dan meningkatkan efisiensi bahan bakarnya. Pada Mobil KHME 2018 menggunakan Mesin honda beat 4 langkah SOHC dengan 2 katup, dengan pendinginan udara. Diameter dan langkah: 50 × 55 mm, kapasitas 108 cc. Rasio kompresi 9,2 : 1.

**Gambar 19** Mesin honda beat karburator

2. **Motor listrik**

Motor listrik pada mobil hybrid memungkinkannya bertindak sebagai motor sekaligus generator. Selain sebagai penggerak utama kendaraan juga sekaligus sebagai pengisi daya baterai.

**Gambar 20** Motor Listrik

3. **Baterai**

Baterai dalam mobil hybrid adalah perangkat penyimpanan energi untuk motor listrik. Berbeda dengan bensin di tangki bahan bakar, yang hanya bisa menyalakan mesin bensin, motor listrik pada mobil hibrida dapat memasukkan energi ke baterai serta menarik energi dari baterai.

**Gambar 21** Baterai

4. **Generator**

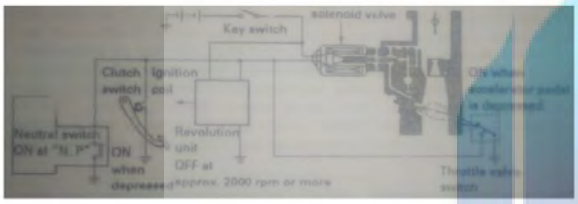
Generator mirip dengan motor listrik, tetapi hanya berfungsi untuk menghasilkan daya listrik. Ini digunakan sebagian besar pada hybrid seri.

## 2.6 sistem Cut-off

*Fuel cut off electronic control* merupakan suatu sistem pemutusan bahan bakar yang dikontrol secara elektronik pada karburator. (Rhee, DeLustro, & Berg, 1999) Metode pemutusannya dengan menggunakan saluran *bypass* yang menghubungkan *intake manifold* dengan filter udara. Saluran b*ypass* berfungsi mengurangi kevakuman pada intake manifold sehingga dapat menurunkan hisapan pada karburator. Pada saluran *bypass*


https://lib.mercubuana.ac.id

dipasang solenoid untuk mengontrol kapan saluran *bypass* dibuka atau ditutup agar tidak mengurangi performa mesin. Agar bekerja dengan akurat, maka sistem ini dilengkapi dengan ECM (*Electronic Control Module*) yang mendapat masukan data dari sensor putaran mesin dan sensor *throotle valve*. Solenoid menutup saat throttle valve menutup dan putaran mesin pada < 2500 rpm agar mesin tidak mati. Solenoid menutup saat *throttle valve* membuka dan putaran mesin ≥ 2500 rpm agar tidak mengubah campuran bahan bakar saat dibutuhkan daya dari mesin. Solenoid hanya membuka saat *throttle valve* menutup dan putaran mesin ≥ 2500 rpm agar kevakuman pada *intake manifolt* turun dan campuran bahan bakar dan udara terjaga.



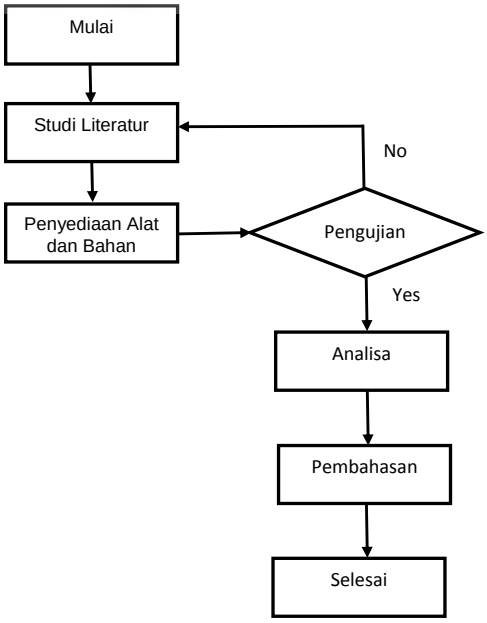

**Gambar 22** slow cut sistem (Riyadi, 2016)

Perbedaan *fuel cut-off* pada sistem karburator dan pada sistem ECI (*Electronic Control Injection).* Dengan sistem karburator, *throttle valve* akan memasuki keadaan *idle* ketika engine brake bekerja. Akibatnya, akan timbul tekanan negatif yang besar di bawah *throttle valve* pada saat aplikasi *engine brake* bekerja pada *idle port*, dan bahan bakar terhisap ke luar dari *idle port* (sebagian juga ke luar dari *slow port*). Oleh karenanya, sekarang karburator menggunakan *slow cut solenoid valve* untuk menghentikan *slow system fuel* seperti diperlihatkan pada gambar di atas. Ketika kecepatan mesin turun sampai batas tertentu, sistem karburator akan membatalkan penghentian slow system seperti halnya pada sistem ECI.

Dalam kondisi-kondiri kerja umum, kendaraan berjalan dengan jumlah penyemprotan dasar. Ketika idle contact dari idle position switch berubah ke ON, dan kecepatan mesin lebih tinggi dari kecepatan yang ditentukan, komputer akan menghentikan/memutuskan bahan bakar untuk aplikasi engine brake. Rangkaian *fule cut-off* menghentikan sinyal penyemprotan dasar dan menghentikan kerja injector untuk menghentikan penyemprotan bahan bakar. Ketika kecepatan mesin turun di bawah kecepatan yang ditentukan, penyemprotan bahan bakar dilanjutkan. Hal inilah yang membedakan keadaan *fuel cut-off* antara sistem carburator dan ECI (Munahar & Setiyo, 2017).

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam Penelitian ini digunakan suatu metode dan prosedur untuk menentukan langkah-langkah Penelitian, sehingga dapat dicapai hasil-hasil Penelitian yang optimal. Penelitian ini merupakan Penelitian eksperimental. Penelitian eksperimental sendiri adalah dengan melakukan percobaan terhadap kelompok-kelompok eksperimen. Kepada tiap kelompok eksperimen dikenakan perlakuan-perlakuan dengan kondisi-kondisi yang dapat dikontrol. Setelah Metode Penelitian eksperimental dilakukan maka bentuk penyajian data akan dilakukan dengan metode deskriptif. Metode Penelitian deskriptif sendiri adalah berusaha memberikan dengan sistematis dan cermat fakta-fakta aktual dan sifat-sifat tertentu. Dan Penelitian memiliki alur sebagai berikut :




**Gambar 23** Diagram Alir Penelitian

https://lib.mercubuana.ac.id

### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

A. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada Desember 2018-Januari 2019.

B. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di sekitaran jalan Gedung Olahraga (GOR), Kota Tegal, Jawa Tengah.

### 3.2. Studi Literatur

Studi literatur adalah pengumpulan data yang menunjang baik melalui media cetak (*text book, hand book*), *softfile* berupa *e-book* atas karya ilmiah yang telah dilakukan sebelumnya, maupun media elektronik (internet). Adapun tema yang digali adalah pengaruh sistem cut off pada *hybrid* car KMHE terhadap pemakaian bahan bakar.

### 3.3. Variabel Penelitian

Variabel penelitian :

1. Jarak Tempuh,

Jarak yang ditempuh adalah 4 kali putaran lintasan dengan keliling 700m sehingga total lintasan adalah 2800m.

2. Kecepatan.

Kecepatan yang digunakan adalah 20km/h, 30km/h, dan 40km/h.

3. Pemakaian bahan bakar.

Pemakaian bahan bakar selama pengujian pada masing-masing variasi kecepetan pada jarak yang sama.

### 3.4. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut ini :

Tabel.1 Alat dan Bahan :

| Alat | Fungsi |
|---|---|
| **Mobil Hybrid** | Objek Penelitian |
| **Stopwach** | Mengukur waktu |
| **Speedometer** | Mengukur kecepatan |
| **Obeng (+-)** | Memansang aki mobil |
| **Gelas Ukur** | Mengukur pemakaian bahan bakar |
| **Bahan Bakar (Pertamax)** | Mendukung unjuk kerja engine/ mesin |
| Berat kendaraan uji | = 228 kg (kendaraan + pengemudi) |
| Jarak lintasan uji | = 2800 m (ditambah jarak pengereman). |
| Jarak pengereman | = 8 m (40 km/jam) |
| Jarak pengereman | = 13 m (50 km/jam) |
| Jarak pengereman | = 22 m (60 km/jam) |

### 3.5 Tahap Pengujian

Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam uji eksperimental mobil hybrid urban KMHE 2018. Masukkan bahan bakar Pertamax ke dalam tangki bahan bakar sebanyak 200 ml. Mobil dinyalakan dan kemudian dikendarai hingga mencapai kecepatan 40 km/jam dan dijaga agar kecepatan mobil konstan. Kondisi jalan untuk pengujian adalah jalan beraspal dengan rintangan jalan yang sebagian tidak rata. Pengujian dilakukan pada lintasan sejauh 2800 m. Ukur waktu yang dibutuhkan saat mobil mulai bergerak hingga mobil mencapai ujung lintasan pengujian sepanjang 2800 meter dengan keceptan 40 km/jam. Catat waktu tempuh saat mobil melewati garis akhir lintasan pengujian. Ukur sisa bahan bakar Pertamax. Kalkulasi selisih antara bahan bakar Pertamax saat pengisian ke dalam tangki bahan bakar dan sisa bahan bakar setelah pengujian. Catat jumlah bahan bakar yang terpakai untuk pengujian. Jarak tempuh dapat dihitung dengan menghitung jarak lintasan dibagi bahan bakar terpakai dikali 1 liter. Ulangi pengujian untuk keceptan 50 km/h dan 60km/h. Pengujian dilakukan secara berurutan. Pengulangan proses pengujian dilakukan sebanyak 4 kali terhadap masing-masing kecepatan kendaraan. Tercatat hasil pengujian sampel pertama hingga terakhir.

UNIVERSITAS MERCU BUANA



https://lib.mercubuana.ac.id

**Gambar 24** Pengujian mobil hybrid

**Gambar 25** kondisi jalan yang tidak rata

**Gambar 26** mobil hybrid KMHE

### 3.6 Pengambilan Data dan Perhitungan

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan data serta analisa secara teoritis dari jarak tempuh dalam 1 liter bahan bakar pada mobil *hybrid*. Sumber penelitian pada sistem mobil *hybrid* urban KMHE 2018 dapat diketahui melalui penentuan sumber data, yaitu :

a. Sumber data primer yang penulis gunakan untuk mendapatkan hasil data yang valid di lapangan.
b. Sumber data sekunder digunakan untuk membandingkan hasil penelitian yang telah diperoleh di lapangan dengan sumber dan teori yang ada.

### 3.7.Tahap Analisa

Metode analisis data untuk mengetahui jarak tempuh dan pemakaian bahan bakar pada mobil *hybrid* KMHE adalah dengan menguji dan membandingkan dengan mobil konvensional dan mobil dengan sistem *hybrid*.

## 4. HASIL PENELITIAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil data pengaruh kecepatan terhadap jarak dan waktu pengereman pada mobil hybrid urban KMHE 2018 yang terdapat di bawah ini.

Tabel. 2 Data percobaan 1

**Percobaan 1**

| Kecepatan (km/h) | Konsumsi Bahan Bakar (mℓ) |
|---|---|
| **40** | 70 |
| **50** | 9 |
| **60** | 10 |

Tabel. 3 Data Percobaan 2

**Percobaan 2**

| Kecepatan (km/h) | Konsumsi Bahan Bakar (mℓ) |
|---|---|
| **40** | 69 |
| **50** | 9 |
| **60** | 10 |

Tabel. 4 Data Percobaan 3

**Percobaan 3**

| Kecepatan (km/h) | Konsumsi Bahan Bakar (mℓ) |
|---|---|
| **40** | 70 |
| **50** | 9 |
| **60** | 10 |

UNIVERSITAS MERCU BUANA



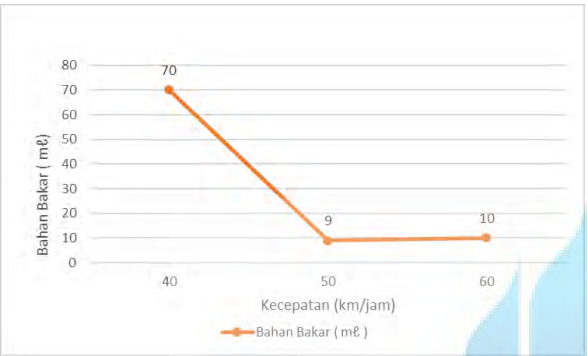
https://lib.mercubuana.ac.id

Tabel. 5 Data Percobaan 4

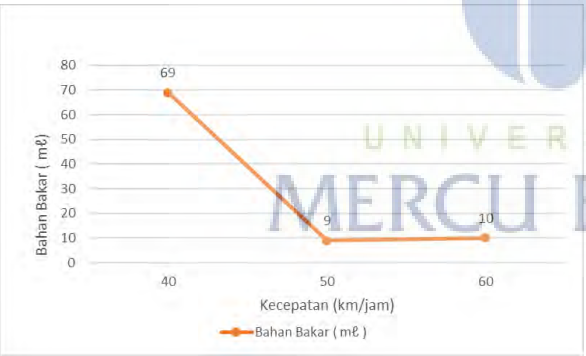
**Percobaan 4**

| Kecepatan (km/h) | Konsumsi Bahan Bakar (mℓ) |
|---|---|
| **40** | 68 |
| **50** | 9 |
| **60** | 10 |

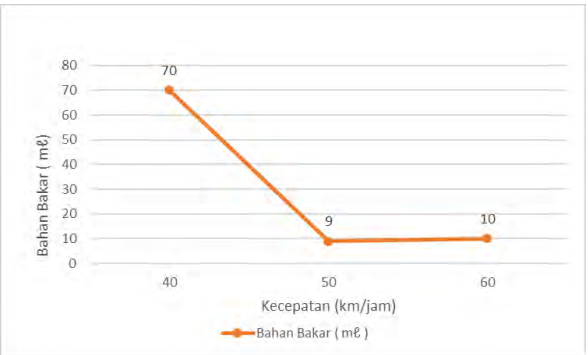
Untuk mengetahui tingkat pemakaian bahan bakar pada mobil hybrid KMHE dapat dilihat pada kurva berikut ini:



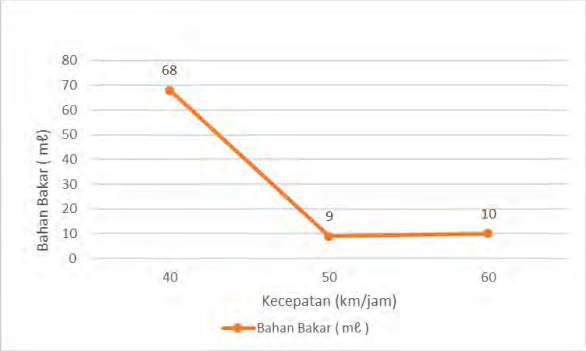

**Gambar 27** Percobaan 1 konsumsi bahan bakar




**Gambar 28** Percobaan 2 konsumsi bahan bakar




**Gambar 29** Percobaan 3 konsumsi bahan bakar




**Gambar 30** Percobaan 4 konsumsi bahan bakar

Dari keempat percobaan yang dilakukan dapat diketahui bahwa pada kecepatan rendah yakni 40 km/h pemakaian bahan bakar bensin cenderung lebih banyak karena sistem cut-off yang belum bekerja secara maksimal. Sistem cut-off berfungsi untuk mematikan mesin bensin dan mengaktifkan motor listrik. Sistem cut-off akan bekerja secara maksimal ketika kecepatan kendaraan diatas 40 km/h. Sedangkan dengan kecepatan 50 km/h dan 60 km/h pemakaian bahan hanya 9-10 ml sehingga daya jelajah mobil memiliki jarak yang lebih jauh. Mobil hanya membutuhkan kecepatan akselerasi dengan durasi yang pendek untuk mencapai kecepatan tersebut. Karena itulah pemakaian bahan hanya dipakai untuk mempercepat kendaraan, setelah mencapai kecepatan diatas 40 km/h penggerak kendaraan hanya menggunakan motor listrik saja. Kinerja motor listrik dipengaruhi oleh ketahanan daya baterai, untuk mengetahui ketahanan daya baterai dapat digunakan rumus :

T = P/I

Dimana:

T= waktu pemakaian

P= daya motor listrik

I= arus motor listrik

Baterai pada mobil Hybrid KMHE menggunakan baterai 12v 5Ah. Sehingga tegangan yang diperlukan untuk mengisi baterai dapat dihitung sebagai berikut :

- Waktu pemakaian baterai tanpa inverter

Daya baterai 12v 5Ah

Daya motor listrik 500 W

Arus pada motor listrik = 500/12 = 41,6 A

Waktu Pemakaian = 500/41,6 = 7,2 menit

UNIVERSITAS MERCU BUANA



https://lib.mercubuana.ac.id

- Mencari tegangan maksimum baterai ($v_m$)

$v_m = v_{ac\ rms} \times \sqrt{2}$
$= (17{,}1 - 1{,}4) \times 1{,}42$
$= 22{,}3$ v

- Tegangan DC rata-rata :

$v_{DC\ avg} = 0{,}636\ v_m$
$= 0{,}636 \times 22{,}3$
$= 14{,}2$ v

- Arus DC:

$I_{DC} = 0{,}636\ v_m / R$
$= 14{,}2 / 3{,}1$
$= 4{,}5$ A

- Tegangan AC rata-rata:

$v_{rms} = 0{,}707\ v_m$
$= 0{,}707 \times 22{,}3$
$= 15{,}7$ v

$I_{rms} = 0{,}707\ v_m / R$
$= (0{,}707 \times 15{,}7) / 3{,}1$
$= 5$ A

- Daya Keluaran

$P_{out} = V_{0c} \times I_{DC}$
$= 14{,}2 \times 4{,}5$ A
$= 63{,}9$ W

- Tegangan yang dibutuhkan untuk mengisi baterai

$V_{baterai} = V_o - (R_i \times i_b)$

$R_i = (E\text{-}v) / I$
$= (12{,}8 - 11) / 4{,}5$
$= 0{,}3\Omega$

$v_o = V_{baterai} + (R_i \times i_b)$
$= 12{,}8 + (0{,}3 \times 4{,}5)$
$= 14{,}2$ v

Jadi untuk mengisi baterai 12 v dengan tegangan penuh 12,8 v dibutuhkan tegangan charging = 14,2 v. Dengan kemampuan baterai yang hanya mampu bertahan selama 7,2 menit saja pada rpm maksimum, maka dibutuhkan inverter untuk pengisi ulang daya baterai agar daya baterai terjaga.
Dengan kemampuan pengisian baterai yang optimal maka diharapkan kemampuan daya jelajah mobil saat menggunakan penggerak elektrik dapat menjadi lebih optimal. Dengan daya jelajah penggerak elektrik yang lebih baik maka pemakaian konsumsi bahan bakar dapat lebih efisien.

- Menghitung konsumsi bahan bakar rata-rata :

$$\bar{x}_{40} = \frac{70 + 69 + 70 + 68}{4}$$

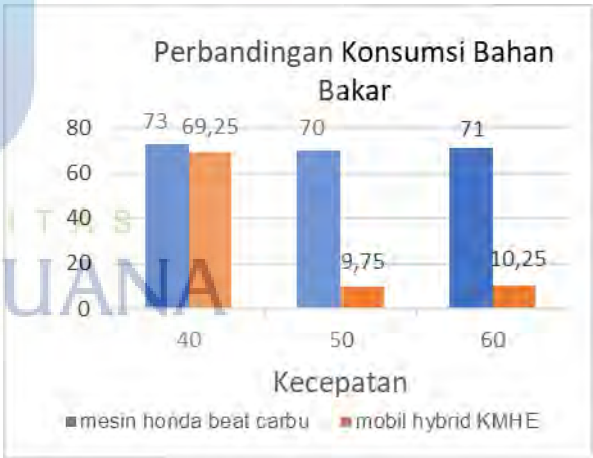
$$= 69{,}25\ ml$$

$$\bar{x}_{50} = \frac{10 + 9 + 9 + 11}{4}$$

$$= 9{,}75\ ml$$

$$\bar{x}_{60} = \frac{11 + 9 + 10 + 11}{4}$$

$$= 10{,}25\ ml$$




**Gambar 31** perbandingan pemakaian bahan bakar mobil hybrid KMHE dan mesin honda beat

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pemakaian konsumsi bahan bakar pada mobil hybrid KMHE lebih rendah dibandingkan dengan motor honda beat. Dengan pemakaian bahan yang lebih hemat maka hal tersebut dapat meningkatkan daya jelajah mobil dan juga pengurangan emisi gas buang. Pada keceptan 40 km/h pemakaian bahan bakar mobil KMHE rata-rata adalah 69,25 ml, pada kecepatan 50 km/h adalah 9,75 ml dan pada kecepatan 60 km/h adalah 10,25 ml. Hasil pengujian tersebut

UNIVERSITAS MERCU BUANA


https://lib.mercubuana.ac.id

menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar mobil hybrid KMHE lebih rendah dibandingkan dengan motor honda beat. Pemakaian bahan bakar mobil hybrid dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni kecepatan mobil, daya baterai, beban kendaraan, diameter roda, dan efisiensi mesin bensin. Daya baterai memegang peranan penting dalam penghematan konsumsi bahan bakar minyak. Daya baterai yang rendah sangat berpengaruh pada daya jelajah mobil ketika menggunakan penggerak motor listrik. Daya jelajah mobil KMHE menggunakan motor listrik hanya bertahan selama 7,2 menit dengan daya maksimal motor listrik dan jarak tempuh sejauh 6 km. Daya jelajah mobil dapat ditingkatkan dengan memasang inverter pada mobil, inverter akan mengubah tegangan yang dihasilkan motor listrik agar sesuai dengan kapasitas pengisisan baterai sebesar 14,2 v. Sehingga daya baterai memiliki waktu pemakaian yang lebih baik lagi.

## 5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan pada mobil hybrid KMHE dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Daya baterai 12v 5Ah dapat dikategorikan baterai dengan kapasitas kecil untuk digunakan pada motor listrik 500 W sehingga waktu pemakaian motor listrik menjadi relatif pendek. Daya baterai tanpa pengisian hanya mampu digunakan selama 7,2 menit pada putaran motor listrik 2500 rpm.

2. Pada kecepatan Pada keceptan 40 km/h pemakaian bahan bakar mobil KMHE rata-rata adalah 69,25 ml, pada kecepatan 50 km/h adalah 9,75 ml dan pada kecepatan 60 km/h adalah 10,25 ml. Pemakaian bahan bakar tersebut lebih rendah dibandingkan dengan motor honda beat.

3. Daya jelajah mobil saat menggunakan motor listrik sangat dipengaruhi oleh kapasitas dan ketahanan daya baterai. Sehingga untuk meningakatkan daya jelajah mobil diperlukan ketahanan daya baterai yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA


Akriti Singhal. (2015). Design of Electric Hybrid Vehicles\n. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, *12*(1), 65–66. https://doi.org/10.9790/1684-12116566

Baghli, L. (2010). hybrid engine system. Retrieved from https://www.researchgate.net/figure/Series-parallel-hybrid-scheme_fig4_228957859

Bitsche, O., & Gutmann, G. (2004). Systems for hybrid cars. *Journal of Power Sources*, *127*(1–2), 8–15. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2003.09.003

Deceleration Fuel Cut-Off System pada karburator. (2016). Retrieved from https://www.teknik-otomotif.com /2016/08/ deceleration-fuel-cut-off-system-pada.html

Driesen, J., Clement, K., & De Breucker, S. (2010). Hybrid Electrical Vehicles. *Elektrische Transport-Technologie (H04E6A), Lecture Notes*. Retrieved from

Fauzan, I. (2016). *Emisi Gas Buang Kendaraan Hybrid*. universitas muslim indonesia.

Firmansyah, E. (2018). Penggerak Utama Kendaraan Hybrid. Retrieved from https://teknisimobil.com/mobil-listrik/apa-saja-penggerak-utama-kendaraan-hybrid-6191/

Gesang, D., Christanyo, B., & Nyoman, I. (2014). Studi Eksperimen Kinerja Traksi Kendaraan Hybrid Sapujagad, *1*(2).

Munahar, S., & Setiyo, M. (2017). Pemodelan AFR Pada Mesin EFI Dengan Kontrol Dinamika Mesin , Kecepatan Kendaraan , dan Sistem



https://lib.mercubuana.ac.id

Transmisi. *Teknik Mesin*, *7*(1), 20–29.
Nurhuda, A. (2016). Hybrid Car. Retrieved from https://www.slideshare.net/ArifNurhuda/makalah-hybrid-car
Pendidikan, J., Mesin, T., & Teknik, F. (2013).
Rahmanda, M. T. (2017). Kenapa Indonesia Ekspor dan Impor Minyak Secara Bersamaan? – Sebuah Penjelasan Sederhana – Dewan Energi Mahasiswa UGM. Retrieved from http://dem.ukm.ugm.ac.id/2017/05/27/kenapa-indonesia-ekspor-dan-impor-minyak-secara-bersamaan/
Rhee, W. M., DeLustro, F. A., & Berg, R. A. (1999). United States Patent, *2*(12).
Riyadi, S. (2016). Fuel Cut-off. Retrieved from https://teknisimobil.com/dasar-otomotif/ karburator- vs - electronic-control -injection-saat-engine-brake-4354/
Sarjana, P. P., & Gunadarma, U. (2013). Kajian Mobil Hybrid Dan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


https://lib.mercubuana.ac.id