

**SKRIPSI**  
**ANALISA MESIN BERBAHAN BAKAR GAS UNTUK SISTEM**  
**PENGISIAN BATERAI PADA MOTOR LISTRIK**

**Disusun dan diajukan oleh**

**REFANDI FRIABDI**

**D021171503**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**GOWA**  
**2022**

**SKRIPSI**

**ANALISA MESIN BERBAHAN BAKAR GAS UNTUK SISTEM  
PENGISIAN BATAREI PADA MOTOR LISTRIK**

**Disusun Dan Diajukan Oleh :**

**REFANDI FRIABDI**

**D021171503**

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

iii

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

**JUDUL:**

**ANALISA MESIN BERBAHAN BAKAR GAS UNTUK SISTEM  
PENGISIAN BATAREI PADA MOTOR LISTRIK**

**REFANDI FRIABDI**

**D021171503**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Gowa, April 2022

Dosen Pembimbing I



**Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST., MT**

**NIP. 19791112 200812 2 002**

Dosen Pembimbing II



**Azwar Hayat, ST, M.Sc., Ph.D**

**NIP. 19840126 201212 1 002**

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



**Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT**

**NIP. 19720825 200003 1 001**

iii

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Refandi Friabdi  
NIM : D021171503  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang : S-1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Analisa Mesin Berbahan Bakar Gas Untuk Sistem Pengisian Baterai Pada Motor Listrik”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, April 2022

Yang membuat pernyataan,



Refandi Friabdi

## **ABSTRAK**

Kebanyakan dari kendaraan roda dua saat ini masih menggunakan mesin yang memiliki kompresi rendah. Mesin kompresi rendah menggunakan RON yang rendah juga agar dapat bekerja secara maksimal. Sementara saat ini Indonesia sedang memasuki masa transisi dimana premium (RON rendah) akan digantikan dengan pertamax (RON tinggi). Sehingga dibutuhkan sebuah inovasi agar dapat memaksimalkan potensi dari mesin yang memiliki kompresi rendah. Salah satu inovasi yang dilakukan untuk memaksimalkan potensi dari mesin berkompresi rendah ialah mesin motor bakar akan dialihkan ke mesin elektrik dengan menggunakan bahan bakar gas. Alternator mobil digunakan untuk mengonversi putaran mesin menjadi energi listrik yang akan disimpan pada aki. Aki ini akan menggerakkan dynamo stater untuk memutar poros mobil. Tujuan dari penelitian ini ialah menganalisa pengisian aki untuk variasi kecepatan putaran mesin tertentu dan menganalisa kinerja aki pada variasi beban tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengisian penuh aki 744 Wh tercepat diperoleh pada putaran mesin 6000 dengan waktu pengisian 201 menit. Sedangkan konsumsi penuh aki 744 Wh tercepat diperoleh pada beban 130kg dengan waktu konsumsi 19 menit.

Kata kunci: bahan bakar gas, pengisian baterai, motor listrik

## **ABSTRACT**

Most of today's two-wheeled vehicles still use engines that have low compression. Low compression engines also use low RON for maximum performance. Meanwhile, Indonesia is currently entering a transition period where premium (low RON) will activate Pertamina (high RON). So we need an innovation to maximize the potential of machines that have low compression. One of the innovations made to maximize the potential of low compression engines is that the combustion engine will be switched to an electric engine using gas fuel. The car alternator is used to convert the engine speed into electrical energy which will be stored in the battery. This battery will drive the starter dynamo to rotate the car axle. The purpose of this research is to analyze the filling at a certain engine speed variation and to analyze the performance at a certain load variation. The results showed that the fastest 744 Wh battery full charge was obtained at 6000 engine speed with a charging time of 201 minutes. While the full consumption of the 744 Wh battery is obtained with a load of 130kg with a consumption time of 19 minutes.

Keywords: gas fuel, battery charging, electric motor

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kekuatan, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaika dengan judul “*Analisa Mesin Berbahan Bakar Gas Untuk Sistem Pengisian Baterai Pada Motor Listrik*”. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini berguna bagi penulis dan pihak-pihak lain sebagai acuan untuk kebutuhan ilmu pengetahuan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan serta masukan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga sangat menyadari penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa kerja keras penulis dan bantuan orang-orang terdekat yang selalu memberikan berbagai macam dukungan dan masukan demi kelancaran skripsi ini. Atas alasan itu pula penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Eng. Jalaluddin ST., MT selaku ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh staff Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan.
2. Ibu Dr.Eng. Novriany Amaliyah, ST.,MT. selaku pembimbing I Tugas Akhir.
3. Bapak Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc selaku penguji.
5. Bapak Asriadi Sakka, ST., M.Eng selaku penguji.
6. Segenap Dosen Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Orang tua saya tercinta, Bapak Yohanis Ramba' dan Ibu Agustina Veronika Patiung terima kasih atas semua kasih sayang, doa dan petuahnya yang tidak pernah putus. Kalian adalah semangat penulis dalam menyelesaikan studi ini.

8. Saudara-saudara seperjuangan penulis Zyncromezh 2017 yang sudah menjadi tim hore dan tim *support* paling hebat yang selalu ada dalam suka maupun duka, yang bahkan saya tidak yakin bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik tanpa mereka.
9. Saudara Alim, Safar dan Aldo yang senantiasa selalu menjadi teman diskusi yang sudah membantu penulisan dalam memecahkan berbagai kendala dalam penelitian.

***Wassalamu'alaikum Wr.Wb***

Gowa, April 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Motor Bensin.....	4
2.2. Alternator .....	7
2.3. Aki (Baterai).....	9
2.4. Motor Listrik .....	12
2.5. Sistem Transmisi.....	14
2.6. Rumus Daya .....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2. Jenis Penelitian.....	18
3.3. Parameter Penelitian.....	18
3.4. Alat dan Bahan.....	19
3.4.1. Alat .....	19

3.4.2. Bahan .....	23
3.5. Prosedur Kerja.....	23
3.6. Skema Penelitian.....	26
3.7. Diagram Alir Penelitian .....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
4.1. Analisis Pengisian Aki menggunakan Alternator .....	28
4.1.1. Analisis Daya Alternator .....	28
4.1.2. Analisis Daya per Jam Alternator Pada 4000 RPM .....	30
4.1.3. Analisis Daya per Jam Alternator Pada 4500 RPM .....	31
4.1.4. Analisis Daya per Jam Alternator Pada 5000 RPM .....	32
4.1.5. Analisis Daya per Jam Alternator Pada 6000 RPM .....	33
4.1.6. Analisis Daya per Jam Alternator.....	34
4.1.7. Analisis Waktu Pengisian Aki 744 Wh.....	35
4.2. Analisa Konsumsi Aki menggunakan Dinamo .....	36
4.2.1. Analisis Daya Dinamo.....	36
4.2.2. Analisis Konsumsi Daya per Jam Diamo tanpa Beban.....	37
4.2.3.sis Konsumsi Daya per Jam Dinamo dengan Beban 180 kg	38
4.2.4.sis Konsumsi Daya per Jam Dinamo dengan Beban 240 kg	39
4.2.5. Analisis Daya per Jam Dinamo .....	40
4.2.6. Analisis Waktu Konsumsi Aki 744 Wh.....	41
4.3. Analisa Efisiensi.....	42
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN.....	46

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Cara kerja motor bensin.....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Alternator pada mobil.....	7
<b>Gambar 2.3</b>	Prinsip pembangkit arus .....	8
<b>Gambar 2.4</b>	Hubungan antara arus listrik dan kumparan magnet .....	9
<b>Gambar 2.5</b>	Aki (baterai).....	10
<b>Gambar 2.6</b>	Klasifikasi motor listrik.....	12
<b>Gambar 2.7</b>	Brushed motor .....	13
<b>Gambar 2.8</b>	Brushless motor .....	13
<b>Gambar 2.9</b>	Transmisi roda gigi.....	15
<b>Gambar 2.10</b>	Transmisi sabuk puli.....	16
<b>Gambar 2.11</b>	Transmisi rantai sproket .....	17
<b>Gambar 3.1</b>	Engine honda supra 110 cc.....	19
<b>Gambar 3.2</b>	Pulley .....	19
<b>Gambar 3.3</b>	V-belt .....	20
<b>Gambar 3.4</b>	Alternator.....	20
<b>Gambar 3.5</b>	Aki (baterai).....	21
<b>Gambar 3.6</b>	Motor Listrik.....	21
<b>Gambar 3.7</b>	Volt meter .....	22
<b>Gambar 3.8</b>	Tachometer .....	22
<b>Gambar 3.9</b>	Gas lpj.....	23
<b>Gambar 3.10</b>	Alur pengambilan data pengisian aki dengan alternator.....	24
<b>Gambar 3.11</b>	Alur pengambilan data konsumsi aki oleh dinamo.....	25
<b>Gambar 3.12</b>	Skema penelitian.....	26
<b>Gambar 4.1</b>	Putaran mesin vs Daya alternator .....	28
<b>Gambar 4.2</b>	Waktu vs daya per jam alternator pada 4000 RPM .....	30
<b>Gambar 4.3</b>	Waktu vs daya per jam alternator pada 4500 RPM .....	31
<b>Gambar 4.4</b>	Waktu vs daya per jam alternator pada 5000 RPM .....	32
<b>Gambar 4.5</b>	Waktu vs daya per jam alternator pada 6000 RPM .....	33
<b>Gambar 4.6</b>	Waktu vs daya per jam alternator .....	34

<b>Gambar 4.7</b> Putaran mesin vs waktu pengisian aki 744 Wh .....	35
<b>Gambar 4.8</b> Beban vs Daya Dinamo .....	36
<b>Gambar 4.9</b> Waktu vs konsumsi daya per jam dinamo tanpa beban .....	37
<b>Gambar 4.10</b> Waktu vs konsumsi daya per jam dinamo dengan beban 180 Kg ...	38
<b>Gambar 4.11</b> Waktu vs konsumsi daya per jam dinamo dengan beban 240 Kg ...	39
<b>Gambar 4.12</b> Waktu vs konsumsi daya per jam dinamo .....	40
<b>Gambar 4.13</b> Beban vs waktu konsumsi aki 744 Wh.....	41
<b>Gambar 4.14</b> Putaran mesin vs efesiensi .....	42

## DAFTAR SIMBOL

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
P	Daya	W
I	Arus	A
V	Tegangan	V
Wh	Daya per Jam	Wh

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Teknologi pada jaman ini semakin pesat, dimana alat transportasi menjadi sangat penting untuk mobilitas kebutuhan manusia untuk melakukan perjalanan jarak dekat maupun jauh. Salah satunya yaitu sepeda motor, sepeda motor merupakan kendaraan yang sangat di gemari terutama di Indonesia, sepeda motor banyak digemari. Hal ini karena mempunyai kelebihan salah satunya bentuk yang kompak sehingga bisa ber *manuver* lebih mudah dalam kemacetan. Kemudian mempunyai kelebihan yaitu konsumsi bahan bakar yang irit karena mempunyai kubikasi mesin yang kecil dan perawatannya pun juga murah dan seiring perkembangan teknologi, sepeda motor banyak dillakukan pengembangan teknologi pada mesin contohnya adanya teknologi variasi pembukaan katup bahkan mulai sekarang sudah mulai beralihnya mesin motor bakar ke mesin elektrik, hal ini bertujuan semakin meningkatnya efisiensi bahan bakar di tengah semakin sulit dan mahalnya harga bahan bakar minyak tentu perkembangan teknologi mesin kendaraan diciptakan untuk menghemat bahan bakar. Menurut badan pusat statistik jumlah kendaraan roda dua pada tahun 2020 sebanyak 115.023.039 unit. Kebanyakan dari kendaraan roda dua tersebut masih menggunakan mesin yang memiliki kompresi rendah. Mesin kompresi rendah menggunakan RON yang rendah juga agar dapat bekerja secara maksimal. Salah satu mesin yang memiliki kompresi rendah ialah Honda Astrea. Indonesia saat ini memasuki masa transisi dimana premium (RON rendah) akan digantikan dengan pertamax (RON tinggi). Sehingga dibutuhkan sebuah inovasi agar dapat memaksimalkan potensi dari mesin yang memiliki kompresi rendah.

Mobil merupakan salah satu sarana transportasi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaannya yang praktis dan nyaman membuat mobil menjadi primadona. Karena harga minyak dunia semakin tinggi, membuat banyak orang mencari alternatif bahan bakar mobil, salah

satunya yaitu mobil listrik. Saat ini, pengembangan mobil listrik di Indonesia sedang menjadi bahan pembicaraan. Banyak peneliti yang berlomba-lomba untuk menciptakan mobil listrik yang banyak fitur dan berbagai macam bentuk. Mobil hybrid merupakan sebuah mobil paduan antara mesin bensin/solar dengan motor listrik. Mobil hibrida memiliki banyak keunggulan.

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. Pada mobil hybrid terdapat teknologi motor yang menggunakan listrik, untuk itu peralatan tersebut akan membutuhkan sistem yang bertujuan untuk mengisi kembali kebutuhan listrik untuk pengoperasian.

Penggunaan motor listrik sebagai penggerak kendaraan mobil hybrid ini dapat menentukan motor listrik yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik dari mobil hybrid tersebut, prinsip dasarnya yaitu untuk mendesain mesin yang berhubungan dengan kebutuhan spesifikasinya sehingga mobil hybrid ini dapat melaju sesuai dengan kecepatan set point yang diinginkan. Untuk itu, mesin tidak akan banyak mengkonsumsi bahan bakar saja, melainkan dapat beroperasi sesuai dengan motor listrik pada kecepatan sesuai dengan kebutuhan. Jadi sebagai tambahan pada mobil hybrid dapat menyimpan energi pada baterai tersebut. Maka sehubungan dengan hal itu, putaran motor listrik dapat diatur sedemikian.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengajukan proposal yang berjudul **“Analisis Mesin Berbahan Bakar Gas Untuk Sistem Pengisian Baterai Pada Motor Listrik”**.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengisian baterai untuk variasi kecepatan putaran mesin tertentu?
2. Bagaimana kinerja baterai pada penggunaan dinamo apabila tanpa beban dan diberikan beban tertentu?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini memiliki beberapa tujuan yaitu:

1. Menganalisis pengisian baterai untuk variasi kecepatan putaran mesin 4000, 4500, 5000 dan 6000 RPM
2. Menganalisis kinerja baterai pada tanpa beban, pada beban 180 kg dan 240 kg

## **1.4. Batasan Masalah**

Penelitian ini membatasi diri berdasarkan kondisi berikut:

1. Mesin yang digunakan adalah mesin Supra 4 langkah 1 silinder dengan volume silinder 110 cc dengan bahan bakar gas LPG yang dihubungkan ke alternator untuk mengisi daya aki. Daya aki kemudian disalurkan untuk menggerakkan motor listrik.
2. Berat mobil yang digunakan adalah 110 kg
3. Alternator yang digunakan adalah alternator dari mobil daihatsu xenia
4. Baterai yang digunakan adalah baterai yang berkapasitas 12V 62Ah
5. Kecepatan putaran mesin yang divariasikan adalah 4000, 4500, 5000 dan 6000 RPM
6. Beban yang divariasikan adalah tanpa beban, 180 kg, dan 240 kg
7. Pengambilan data ini mengabaikan koefisien gesek dan koefisien drag



### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2. Bagi Universitas

Dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi generasi - generasi Teknik Mesin yang akan datang dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir.

3. Bagi Industri

Sebagai referensi bagi industri otomotif untuk memproduksi kendaraan ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan bahan bakar.

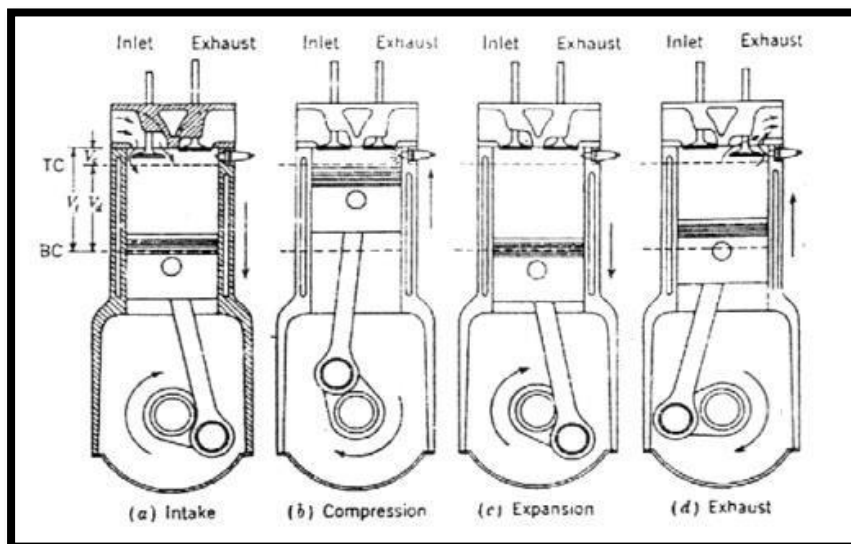
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Motor Bensin

Motor bensin atau *spark Ignition* merupakan suatu tipe mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) dimana dapat mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanik yang berupa daya poros pada putaran poros engkol. Energi panas ini diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi dalam ruang bakar (*Combustion Chamber*) oleh karena bantuan bunga api yang berasal dari percikan busi untuk mendapatkan gas pembakaran (Wiratmaja, 2010).

Motor bensin dapat dibedakan berdasarkan siklus kerjanya menjadi dua jenis yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah. Dimana motor bensin dua langkah adalah motor bensin yang memerlukan dua kali langkah torak, dan satu kali putaran poros engkol agar menghasilkan satu kali daya (usaha). Sedangkan untuk motor bensin empat langkah adalah motor bensin yang memerlukan empat kali langkah torak, dan dua kali putaran poros engkol agar menghasilkan satu kali daya (usaha) (Wiratmaja, 2010).



**Gambar 2.1** Cara kerja Motor Bensin  
(Wiratmaja, 2010)

Menurut Wiratmaja (2010) mengatakan bahwa prinsip kerja motor bensin empat langkah memerlukan empat kali langkah torak atau dua kali putaran poros

engkol agar menyelesaikan satu siklus kerja. Dimana keempat langkah tersebut yaitu langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah pembuangan.

1. Langkah Isap

Langkah isap dapat terjadi ketika torak bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah maka akan menghasilkan tekanan yang sangat rendah di dalam ruang silinder jadi campuran bahan bakar udara akan masuk mengisi silinder melalui katup masuk yang terbuka saat langkah isap sampai torak meninggalkan titik mati bawah kemudian katup buang dalam keadaan tertutup.

2. Langkah Kompresi

Langkah kompresi dimulai dari torak meninggalkan titik mati bawah menuju titik mati atas, kemudian mengkompresikan campuran bahan bakar udara didalam silinder. Dimana bunga api listrik diumpangkan melalui busi ketika torak yang berada beberapa derajat dari poros engkol sebelum titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara untuk bisa menghasilkan temperatur dan tekanan yang tinggi pula.

3. Langkah Kerja (Ekspansi)

Langkah kerja dimulai dari torak bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah. Gas panas hasil pembakaran berekspansi sehingga memperbesar volume silinder sehingga menimbulkan gerakan torak.

4. Langkah Pembuangan

Langkah terakhir yaitu langkah pembuangan, dimana ketika torak bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas ini menekan gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui katup buang yang berada dalam posisi terbuka, lalu katup masuk dalam keadaan masih tertutup. Sementara itu katup buang akan tertutup dan katup masuk akan terbuka ketika torak bergerak kembali melakukan langkah isap yang berikutnya.

## **2.2. Alternator**

Menurut Djadid Thamrin (2006) mengatakan bahwa fungsi Alternator atau biasa juga disebut dengan dinamo amper adalah peranti pembangkit tenaga listrik sebagai penyuplai accu/aki untuk memenuhi segala kebutuhan

peralatan mobil yang menggunakan listrik. Dimana dinamo amper atau alternator mobil ini sama seperti generator listrik arus bolak-balik biasa yang dapat menghasilkan 3 penghantar arus AC, hanya saja dayanya kecil. Berfungsi mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik AC. Kemudian arus bolak-balik ini dapat diubah menjadi arus searah (Directcurrent) dengan menggunakan dioda. Dioda adalah menghantarkan arus pada tegangan maju dan menghambat arus pada aliran tegangan balik. Sumber energi listrik pada dinamo amper adalah 12 volt dan 24 volt untuk mensuplai kebutuhan tenaga listrik mobil saat kendaraan hidup atau mesin hidup.



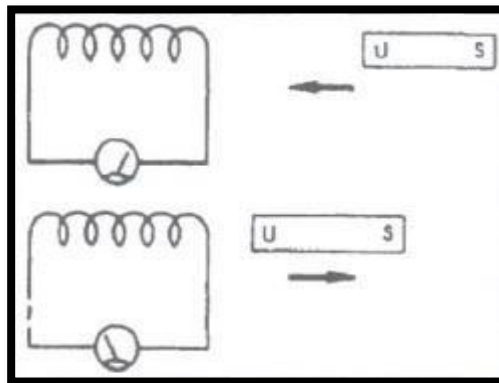
**Gambar 2.2** Alternator pada mobil

Alternator atau dinamo amper rusak maka mesin mobil tidak akan bisa distarter. Meski aki masih baru sekali pun. Alternator memang jarang sekali rusak kecuali masa pakai yang telah habis atau aus. Umumnya, pabrikan merancang kapasitas alternator 40–60 ampere. Sedangkan usia ideal pemakaian 6 tahun. Namun, alternator atau dinamo amper baru pun bisa rusak karena perlakuan yang salah. Satu diantara penyebab kerusakan adalah beban listrik di mobil yang jauh lebih besar ketimbang kapasitas maksimal dinamo amper.

Alternator mobil dapat mengubah energi angin menjadi energi listrik pada alat-alat yang kecil. Dan dalam teknik mobil terdapat gejala yang terlihat bahwa energi yang harus dibangkitkan dalam jumlah putaran yang banyak itu berubah-ubah. Oleh karena daya usaha yang dibangkitkan itu harus dapat

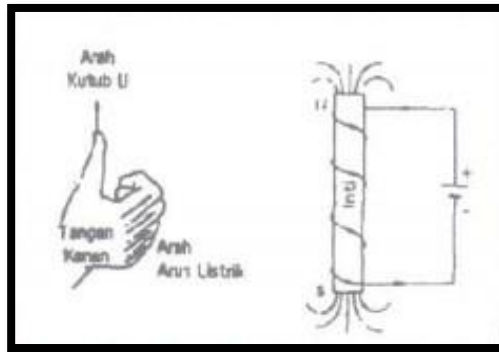
diredam, maka dari itu alternator mempunyai konstruksi yang sederhana, terdapat beberapa kebaikan lain pula bila dibandingkan dengan dinamo. Dimana kebaikan pada alternator yaitu tidak terdapat bunga api diantara slip ring dan sikat-sikat, karena tidak terdapat komutator yang dapat menyebabkan sikat tersebut menjadi aus. Untuk rotornya lebih ringan dan juga tahan terhadap putaran tinggi, serta silicon diode (*rectifer*) memiliki sifat pengarah arus yang dapat mencegah kembalinya arus dan baterai ke alternator. Dalam mencegah adanya kesalahpahaman, yang sebenarnya generator arus bolak-balik ini menghasilkan arus searah seperti dinamo arus searah dengan menggunakan beberapa dioda. Alternator disini dapat disamakan dengan generator arus bolak-balik (Gultom, 2019).

Terlihat pada Gambar 2.3, ketika magnet digerakkan dekat kumparan maka akan timbul gaya elektromagnet pada kumparan. Dimana arah tegangan yang dibangkitkan pada saat magnet tersebut bergerak mendekat atau menjauhi kumparan juga berlawanan. Sementara itu, besarnya tegangan yang akan dibangkitkan pun akan meningkat sesuai dengan meningkatnya kecepatan gerak magnet dan gaya magnet.



**Gambar 2.3** Prinsip Pembangkitan Urus  
(Gultom, 2019)

Kemudian tegangan yang dibangkitkan pun bertambah besar apabila jumlah kumparan tersebut ditambah. Dan dapat dilihat arah arus listrik pada kumparan dan arah gaya magnet yang dihasilkan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Hubungan antara arus listrik dan kumparan magnet  
(Gultom, 2019)

Selain itu, gaya gerak listrik yang dibangkitkan pada kumparan akan bertambah besar apabila perubahan medan magnetnya itu berjalan dengan cepat. Bertambah banyak dan cepatnya flux magnet yang mengalir melalui kumparan tersebut, maka gaya gerak listrik yang dibangkitkan tersebut juga bertambah besar (Gultom, 2019).

### 2.3. Aki (Baterai)

Baterai atau aki adalah teknologi yang berguna dalam meningkatkan jarak tempuh pada kendaraan listrik. Baterai berperan sebagai media untuk menyimpan energi listrik yang kemudian akan digunakan untuk mensuplai motor listrik pada saat kendaraan bergerak. Karakteristik baterai yang ideal untuk aplikasi kendaraan listrik diantaranya yaitu aman, daya besar, kapasitas yang besar, ukuran kecil dan ringan, tersedia dalam jumlah yang mencukupi, harga yang ekonomis, memiliki *life-cycle* yang lama dan juga metode penghancuran atau *disposal* yang ramah lingkungan ketika sudah melewati umur pakai atau bahkan dapat didaur ulang. Beberapa teknologi baterai yang sudah dikembangkan pada kendaraan listrik yaitu baterai bahan PbA (Lead Acid), Nickel Cadmium (NiCd), Ni-Mh (Nickel Metal Hydride), dan Li-Ion (Lithium Ion) (Ogura dan Kolhe, 2017).

Baterai atau aki atau accu merupakan sebuah sel listrik yang di dalamnya berlangsung sebuah proses elektrokimia yang dapat berbalikan (reversibel) dengan efisiensinya yang tinggi. Proses elektrokimia reversibel

yang dimaksud yaitu di dalam baterai dapat dilakukan proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan begitupun sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, dimana pengisian kembali dengan cara regenerasi yang berasal dari elektroda-elektroda yang dipakai adalah dengan melewatkan arus listrik pada arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel (Ma'ruf, 2018).



**Gambar 2.5** Aki (Baterai)

Baterai atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya.

Terdapat elektrolit asam sulfat di dalam baterai mobil, elektroda positif dan negatif berbentuk plat. Dimana plat tersebut dibuat dari timah. Oleh sebab itu, baterai tipe ini sering dapat disebut baterai timah. Sementara ruangan didalamnya itu dibagi menjadi beberapa sel (umumnya 6 sel, untuk baterai mobil) dan didalam masing masing sel juga terdapat beberapa elemen yang kemudian terendam didalam elektrolit (Ma'ruf, 2018).

Komponen-komponen kelistrikan yang digerakkan oleh tenaga listrik ini terdapat pada mobil. Pada saat mesin mobil hidup, komponen kelistrikan tersebut pun dapat digerakkan oleh tenaga listrik yang berasal dari pada alternator dan baterai (aki), namun pada saat mesin mobil tersebut sudah mati,

tenaga listrik yang berasal dari alternator sudah tidak dapat digunakan lagi, kemudian hanya berasal dari baterai saja. Salah satu contohnya bentuk pemakaian energi listrik saat mesin mobil dalam kondisi off (mati) yaitu terdapat pada lampu parkir, lampu ruangan, indikator pada ruangan kemudi, peralatan pengaman, peralatan audio (tape recorder), dan lain-lain (Ma'ruf, 2018).

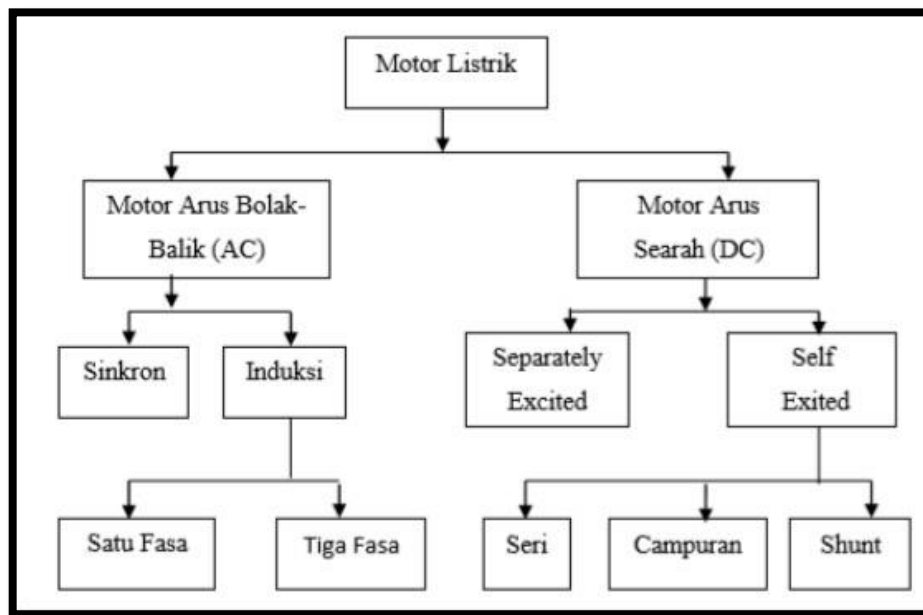
Beberapa tenaga listrik yang disimpan dalam baterai ini dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik dimana tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan amper jam (AH). Pada kotak baterai jika tertulis 12 volt 60 AH, artinya baterai tersebut memiliki tegangan 12 volt dan jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 amper, untuk itu kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan kosong (habis). Kapasitas baterai menjadi kosong setelah 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 amper. Terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ini ditentukan oleh seberapa besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Dimana semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan baterai, dan begitupun sebaliknya, jika semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama juga baterai mengalami pengosongan. Seberapa besar kapasitas baterai sangat ditentukan oleh luas permukaan pada plat atau banyaknya plat baterai. Jadi dapat diketahui dengan bertambahnya luas plat atau dengan bertambahnya jumlah plat baterai, maka kapasitas baterai pun akan bertambah. Sementara untuk tegangan accu ditentukan oleh jumlah daripada sel baterai, dimana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan yang kira-kira 2 sampai 2,1 volt. Kemudian tegangan listrik yang terbentuk sama dengan jumlah tegangan listrik tiap-tiap sel. Jika baterai mempunyai enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt. Yang biasanya setiap sel baterai ditandai dengan adanya satu lubang pada kotak accu tersebut, yang dimana bagian atas untuk mengisi elektrolit aki (Ma'ruf, 2018).



## 2.4. Motor Listrik

Motor listrik tergabung kedalam kategori mesin listrik yang dinamis dan juga merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kemudian energi mekanik ini dapat digunakan untuk, seperti memutar fan atau *blower*, impeller pompa, dapat menggerakkan kompresor, dan dapat mengangkat bahan, dll di industri dan juga digunakan pada peralatan listrik rumah tangga (dimana seperti: bor listrik, mixer, kipas angin). Biasa motor listrik disebut juga “kuda kerja” nya industri, karena diperkirakan bahwa motor-motor tersebut menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri (Wijayanti, 2016).

Motor listrik ini dapat diklasifikasikan berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi yang dapat dilihat sebagai berikut.



**Gambar 2.6** Klasifikasi Motor Listrik  
(Wijayanti, 2016)

Menurut (Fauzi, 2020) mengatakan bahwa motor penggerak atau juga bisa disebut motor listrik untuk kendaraan listrik secara umum ada 2 jenis yaitu :

### 1. *Brushed* Motor

*Brushed* motor mempunyai magnet yang terdapat di sisi luar dari kumparan atau yang biasa juga di sebut spull, dan juga sering disebut Coil.

Pada umumnya dalam motor *brushed*, *brushed* (sikat) hanya mempunyai sebuah coil saja.



**Gambar 2.7** *Brushed* Motor  
(Fauzi, 2020)

## 2. *Brushless* Motor

Motor *brushless* mempunyai coil yang lebih dari satu. Pada umumnya di motor *brushless* ini mempunyai tiga buah coil yang dimana masing-masing memiliki satu kabel untuk bisa masuk ke ESC atau baterai, sehingga dapat terlihat dari luar, *brushless* motor ini selalu mempunyai tiga buah kabel. Dimana motor tipe *brushless* ini lebih cepat dan juga lebih efisien, dalam pemakaian *energy* baterai juga akan lebih hemat, yang harganya pun lebih mahal daripada *brushed* motor. Secara umum, *brushless* motor yang dapat digunakan pada kendaraan listrik yaitu model ruji (hub) dengan memberikan kebebasan untuk menentukan ukuran velg.



**Gambar 2.8** *Brushless* Motor  
(Fauzi, 2020)

## 2.5. Sistem Transmisi

Transmisi adalah suatu alat untuk meneruskan tenaga dari poros satu ke poros yang lain. Penerusan tenaga tersebut dibantu dengan alat yang sesuai

kebutuhan. Transmisi juga berguna agar torsi pada poros penggerak mula dapat diubah sesuai kebutuhan. Ini karena seringkali kebutuhan torsi pada poros mesin jauh lebih besar dari torsi pada poros motor. Transmisi juga digunakan pada beberapa mesin dengan kecepatan berbeda. Ini berarti satu penggerak mula dapat digunakan sebagai penggerak pada beberapa peralatan. Perubahan arah gerak juga dapat dilakukan dengan transmisi. Ini karena pada umumnya motor bergerak berputar sedangkan kadang-kadang mesin harus bergerak lurus. Selain beberapa kegunaan di atas, transmisi digunakan akibat pertimbangan keamanan, kemudahan perawatan, atau dimensi mesin yang tidak memungkinkan mesin ini dihubungkan langsung dengan poros penggerak mula (Aji, 2011).

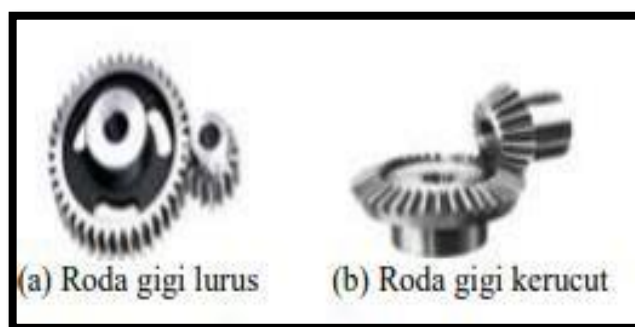
Terdapat tiga jenis transmisi yang paling banyak digunakan pada kendaraan ringan. Ketiga jenis transmisi tersebut adalah transmisi roda gigi, transmisi sabuk puli dan transmisi sproket rantai.

#### 1. Transmisi Roda Gigi

Transmisi roda gigi merupakan sistem transmisi yang berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari satu poros ke poros lainnya. Perkembangan industri yang cepat seperti pada kendaraan, kapal dan pesawat terbang memerlukan penerapan lebih lanjut dari teknologi roda gigi. Secara umum pengguna kendaraan bermotor menyukai mobil yang menggunakan mesin dengan efisiensi tinggi, sehingga diperlukan transmisi daya yang unggul. Industri mobil merupakan salah satu perusahaan manufaktur skala besar yang cukup banyak menggunakan roda gigi. Roda gigi miring banyak digunakan sebagai roda gigi transmisi daya karena relatif memiliki kerja lebih halus dan kebisingan rendah dengan kapasitas beban besar dan kecepatan kerja lebih tinggi. Roda gigi miring juga memiliki kerja lebih halus karena sudut miring besar sehingga menambah panjang garis kontak roda gigi (Sutanto, 2017).

Transmisi roda gigi adalah jenis transmisi langsung. Dimana transmisi roda gigi ini dapat menyalurkan daya besar pada jarak sumbu

poros yang relatif pendek. Terdapat dua jenis roda gigi yang banyak digunakan pada gokar listrik adalah roda gigi lurus dan roda gigi kerucut. Contoh roda gigi lurus seperti pada Gambar 2.9. (a). Dapat dilihat gambar tersebut, terlihat bahwa profil gigi ini beralur lurus dan sejajar dengan sumbu poros yang membawa roda gigi. Dimana gigi-gigi pada roda gigi ini memiliki bentuk involut. Kemudian roda gigi kerucut terlihat seperti pada Gambar 2.9. (b). Roda gigi kerucut ini memiliki gigi-gigi yang tersusun atas elemen-elemen pada permukaan sebuah kerucut. Gigi sebuah roda gigi kerucut lurus memiliki bentuk yang sama dengan gigi pada sebuah roda gigi lurus. Akan tetapi, gigi pada roda gigi kerucut dibuat tirus. Sementara itu roda gigi kerucut umumnya bekerja pada dua buah poros yang saling tegak lurus.



**Gambar 2.9** Transmisi Roda Gigi  
(Rembet, Michael; Tangkuman, Stenley; Pangayow, Jerry rapar. 2016)

## 2. Transmisi Sabuk Puli

Transmisi sabuk puli adalah sistem transmisi yang dapat menyalurkan tenaga dari poros yang satu ke poros yang lain dengan menggunakan bantuan sabuk (belt). Sabuk itu melingkar pada puli yang terpasang pada poros. Sementara itu, karakter gesekan diantara sabuk dengan permukaan puli sangat mempengaruhi kemampuan dari transmisi. Oleh karena itu, besar gaya tegang sabuk menentukan besar momen puntir yang ditransmisikan. Adapun contoh pada sistem transmisi sabuk puli terlihat pada Gambar 2.9. Pada gambar tersebut terlihat sebuah sistem transmisi sabuk puli dengan dua buah puli berbeda ukuran. Dalam gambar itu juga

terlihat bahwa sistem transmisi sabuk puli yang digunakan yaitu sistem transmisi dengan tiga buah sabuk.



**Gambar 2.10** Transmisi Sabuk Puli  
(*Rembet, Michael; Tangkuman, Stenley; Pangayow, Jerry rapar. 2016*)

Transmisi ini dapat meneruskan daya pada jarak sumbu poros yang berjauhan, hal tersebut merupakan kelebihan dari transmisi sabuk pali. Selain itu sistem transmisi sabuk puli pun relatif tidak beris. Pada saat pembuatan dan perawatan sistem transmisi sabuk puli tidak memerlukan ketelitian tinggi. Artinya bahwa, pembuatan dan perawatan transmisi ini relatif murah. Adapun kelemahan jenis transmisi ini yaitu slip sering terjadi. Kemudian jenis transmisi ini tidak dapat digunakan pada putaran tinggi (Rembet, dkk. 2016).

### 3. Transmisi Sproket Rantai

Transmisi sproket rantai dapat digunakan pada pemindahan tenaga pada jarak sedang. Transmisi sproket rantai ini dapat menyalurkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan transmisi sabuk puli. Tetapi daya yang dipindahkan oleh transmisi ini lebih kecil dari daya yang dipindahkan transmisi roda gigi. Kemudian, transmisi ini dapat meneruskan daya pada perbandingan putaran tetap. Dimana terlihat seperti pada Gambar 2.10 transmisi sproket rantai. Dalam gambar ini, transmisi sproket rantai yang terlihat adalah jenis dua baris.



**Gambar 2.11** Transmisi Rantai Sproket  
(Rembet, Michael; Tangkuman, Stenley; Pangayow, Jerry rapar. 2016)

Terdapat kekurangan transmisi sproket rantai ini dibandingkan transmisi lainnya yaitu transmisi ini mempunyai getaran yang tinggi. Kemudian, rantainya selalu mengalami pepanjangan. Hal tersebut terjadi karena keausan pada rantai dan gear. Dimana keausan terbesar yang terjadi pada rantai, karena rantai memiliki banyak bagian komponen (Rembet, dkk. 2016).

## 2.6 Rumus Daya

Daya merupakan korelasi antara tegangan dan arus. Berikut persamaan untuk mencari daya input motor, sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \quad (\text{Farisi, 2019})$$

Keterangan:

P = Daya input Motor (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus Motor (A)