

SKRIPSI

**ANALISIS *OUTPUT* SPUL PADA MOTOR SUZUKI SHOGUN
110 CC DENGAN VARIASI DIAMETER DAN BANYAK
LILITAN KAWAT**

Disusun dan diajukan oleh:

YOSILA PUTRA KURNIAWAN

D021 19 1103



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

SKRIPSI

**ANALISIS *OUTPUT* SPUL PADA MOTOR SUZUKI SHOGUN
110 CC DENGAN VARIASI DIAMETER DAN BANYAK
LILITAN KAWAT**

Disusun dan diajukan oleh:

YOSILA PUTRA KURNIAWAN

D021 19 1103



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS *OUTPUT* SPUL PADA MOTOR SUZUKI SHOGUN 110 CC DENGAN VARIASI DIAMETER DAN BANYAK LILITAN KAWAT

Disusun dan diajukan oleh

Yosila Putra Kurniawan

D021 19 1123

Telah dipertahankan dihadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana program studi teknik mesin fakultas teknik universitas hasanuddin pada tanggal 16 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST., M.T
NIP 1979111 200812 2 002

Prof. Dr. Eng. Andi Ervin Eka Putra, ST., MT
NIP 19711221 199802 1 001

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT
NIP 19720825200903 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Yosila Putra Kurniawan

NIM : D021 19 1123

Program Studi : Teknik Mesin

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Output spul Pada Motor Suzuki Shogun 110cc Dengan Variasi Diameter Dan Banyak Lilitan Kawat

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

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasikan oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari dosen pembimbing.

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

Gowa, 16 Agustus 2023

Yang menyatakan

Yosila Putra Kurniawan

ABSTRAK

Yosila Putra Kurniawan (D021191123). *Analisis Output spul Pada Motor Suzuki Shogun 110cc Dengan Variasi Diameter Dan Banyak Lilitan Kawat* (dibimbing oleh Dr. Eng. Novriany Amaliyah ST., MT dan Prof. Dr. Eng. Ir Andi Erwin Eka Putra, ST., MT)

Kendaraan hybrid adalah kombinasi dari dua sumber yang berbeda dari mesin yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) dan dari motor listrik. Kendaraan yang dihasilkan adalah hemat bahan bakar dan memancarkan karbon dioksida lebih rendah dari mesin pembakaran standard. Motor hibrida memiliki banyak keunggulan, dari segi bahan bakar motor hybrid memiliki efisiensi yang tinggi sehingga penggunaan bahan bakar menjadi lebih hemat. Dari segi gas buang motor hybrid memiliki emisi gas buang yang lebih baik dibanding motor lainnya. Baterai merupakan salah satu komponen paling penting pada motor hybrid karena berfungsi sebagai wadah untuk menyimpan arus listrik. Baterai diperlukan untuk menyuplai arus listrik kendaraan yang juga harus didukung oleh sistem pengisian arus yang baik. Sistem pengisian harus mampu menyuplai kebutuhan arus listrik bagi semua beban kelistrikan, sehingga kapasitas arus pengisian maksimal yang tersedia harus lebih besar daripada jumlah total kebutuhan arus beban, Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja spul adalah dengan memperbesar diameter kawat dan menambah jumlah gulungan pada rotor spul dari standar yang ada. Diameter kawat dan jumlah gulungan kumparan pada rotor spul memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sistem kelistrikan. Semakin panjang kawat pada spul, maka semakin tinggi voltase yang dihasilkan. Selain itu, semakin besar kawat maka semakin besar arus yang dapat dihasilkan oleh spul. Dimana tegangan maksimum terjadi pada diameter kawat 0.50mm dengan lilitan kawat maksimum (200) pada putaran 3500rpm dimana nilai tegangan yang dihasilkan yaitu 41v dan tegangan minimum terjadi pada diameter asli spul dengan lilitan asli spul (69) pada putaran 1500rpm dimana nilai tegangan yang dihasilkan yaitu 12v. Dan kuat arus maksimum terjadi pada diameter kawat asli spul (1mm) dengan lilitan asli spul (69) pada putaran 3500rpm dimana nilai kuat arus yang dihasilkan adalah 5.5A dan kuat arus minimum terjadi pada diameter kawat 0.50mm pada jumlah lilitan kawat 200 pada putaran mesin 1500rpm dengan nilai kuat arus yang dihasilkan adalah 1.1A.

Kata kunci :Kendaraan Hybrid, Baterai, Kawat, Tegangan, Kuat Arus.

ABSTRACT

Yosila Putra Kurniawan (D021191123). *Spool Output Analysis on Suzuki Shogun 110cc Motors With Variations in Diameter and Many Wire Twists* (supervised by Dr. Eng. Novriany Amaliyah ST., MT and Prof. Dr. Eng. Ir Andi Erwin Eka Putra, S.T., M.T)

Hybrid vehicles are a combination of two different sources from engines that use fuel oil (BBM) and from electric motors. The resulting vehicles are fuel efficient and emit less carbon dioxide than standard combustion engines. Hybrid motorbikes have many advantages, in terms of fuel, hybrid motorbikes have high efficiency so that fuel usage becomes more efficient. In terms of exhaust gas, hybrid motorbikes have better exhaust emissions than other motorbikes. The battery is one of the most important components in a hybrid motorbike because it functions as a container for storing electric current. Batteries are needed to supply vehicle electric current which must also be supported by a good current charging system. The charging system must be able to supply the electric current requirements for all electrical loads, so that the maximum available charging current capacity must be greater than the total load current requirements. One way to improve spool performance is to increase the diameter of the wire and increase the number of windings on the spool rotor from existing standards. The diameter of the wire and the number of coils wound on the spool rotor have a significant effect on the electrical system. The longer the wire on the spool, the higher the voltage generated. In addition, the larger the wire, the greater the current that can be generated by the spool. Where the maximum voltage occurs at a wire diameter of 0.50mm with a maximum wire coil (200) at 3500rpm rotation where the resulting voltage value is 41v and the minimum voltage occurs at the original diameter of the spool with the original spool winding (69) at 1500rpm rotation where the resulting voltage value is 12v. And the maximum current strength occurs at the original spool wire diameter (1mm) with the original spool winding (69) at 3500rpm rotation where the resulting current strength value is 5.5A and the minimum current strength occurs at 0.50mm wire diameter at 200 wire turns at engine speed 1500rpm with a strong value of the resulting current is 1.1A.

Keywords: Hybrid Vehicles, Batteries, Wire, Voltage, Current Strength.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR SIMBOL	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Umum Motor Bensin.....	6
2.2 Motor Bensin 4 Langkah	6
2.2.1 Langkah Isap.....	6
2.2.2 Langkah Kompresi.....	7
2.2.3 Langkah Kerja.....	7
2.2.4 Langkah Pembuangan.....	7
2.3 Kendaraan Hybrid	7
2.3.1 Sisteam Hybrid Seri	8
2.3.2 Sisteam Hybrid Pararel	9

2.2.3 Sistem Hybrid Seri-Paralel	10
2.4 Alternator/Spul	11
2.5 Baterai.....	12
2.6 Kawat Email	15
2.7 Sistem Kelistrikan.....	16
2.8 Arus Listrik.....	17
2.9 Sirkuit Listrik.....	17
2.9.1 Rangkaian seri.....	17
2.9.2 Rangkaian paralel	18
2.9.3 Rangkaian seri – paralel	19
2.10 Daya Listrik	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 ALat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat yang Digunakan	22
3.2.2 Bahan yang Digunakan.....	25
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.4 Prosedur Penelitian.....	28
3.4.1 Proses Melilit Ulang Alternator/Spull	28
3.4.2 Pengukuran Output Yang Dihasilkan Pada Spull	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Perhitungan Daya Pada Spul	30
4.1.1 Perhitungan Daya Pada Spul Dengan Diameter Kawat Asli (1mm) dan 0.50 mm.	30
4.1.2 Perhitungan Daya Pada Spul Dengan Diameter Kawat 0.6 mm.....	32

4.2. Analisis Pengaruh Banyaknya Lilitan Kawat Terhadap Tegangan yang dihasilkan.....	35
4.3. Analisis Pengaruh Banyaknya Lilitan Kawat Terhadap Kuat Arus yang dihasilkan.....	37
4.4 Analisis Pengaruh Diameter Kawat Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan.	39
4.5 Analilis Pengaruh Diameter Kawat Terhadap Kuat Arus Yang Dihasilkan	41
4.6 Analisis Pengaruh Variasi Diameter dan Banyaknya Lilitan Kawat Terhadap Daya yang dihasilkan	43
4.7 Analisis Pengaruh Variasi Diameter Dan banyaknya lilitan Terhadap Suhu Mesin	44
4.8 Analisis Pengaruh Variasi Diameter Dan Banyaknya Lilitan Kawat Terhadap Komsumsi Bahan Bahan Bakar.....	46
BAB V PENUTUP.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja Motor Bensin Empat Langkah	7
Gambar 2.2 Sisteam Hybrid Seri	8
Gambar 2.3 Sisteam Hybrid Pararel	9
Gambar 2.4 Sisteam Hybrid Seri-Pararel	10
Gambar 2.5 Alternator/Spull	11
Gambar 2.6 Baterai.....	12
Gambar 2.7 Alternator/Spull	16
Gambar 2.8 Arus Listrik Ac dan Dc	17
Gambar 2.9 Rangkaian Seri.....	18
Gambar 2.10 Rangkaian Pararel.....	18
Gambar 2.11 Rangkaian Seri - Pararel	19
Gambar 2.12 Bentuk Kumparan.....	20
Gambar 2.13 Kaidah Tangan Kanan	20
Gambar 3.1 Mesin Zuzuki Shogun 110 CC	22
Gambar 3.2 Kabel Penghubung.....	22
Gambar 3.3 Multitester Digital.....	23
Gambar 3.4 Tachometer	23
Gambar 3.5 Solder.....	23
Gambar 3.6 Clamp Meter	24
Gambar 3.7 Gelas Ukur	24
Gambar 3.8 Kipas Angin	24
Gambar 3.9 Termometer Digital	25
Gambar 3.10 Kawat Email	25

Gambar 3.11 Alternator/Spul	25
Gambar 3.12 Bahan Bakar Pertalite	26
Gambar 3.13 Kawat Timah	26
Gambar 4.1 Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.50 mm	35
Gambar 4.2 Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.60 mm	35
Gambar 4.3 Perbandingan Kuat Arus Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.50mm	37
Gambar 4.4 Perbandingan Kuat Arus Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.60 mm	37
Gambar 4.5 Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah dililit pada lilitan kawat 140	39
Gambar 4.6 Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah dililit pada lilitan kawat maksimum (200).....	39
Gambar 4.7 Perbandingan Tegangan Sebelum Dan Sesudah dililit Pada lilitan Kawat 87	40
Gambar 4.8 Perbandingan Kuat Arus Sebelum dan Sesudah dililit pada lilitan 140.....	41
Gambar 4.9 Perbandingan Kuat Arus Sebelum dan Sesudah dililit pada lilitan Maksimum (200).....	41
Gambar 4.10 Perbandingan Kuat Arus Sebelum dan Sesudah dililit pada lilitan 87.....	42

Gambar 4.11 Perbandingan Daya Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.50 mm	43
Gambar 4.12 Perbandingan Daya Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.60 mm	43
Gambar 4.13 Perbandingan Suhu Mesin Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.50 mm	44
Gambar 4.14 Perbandingan Suhu Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.60mm	45
Gambar 4.15 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.50mm	46
Gambar 4.16 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Sebelum dan Sesudah dililit Pada Diameter Kawat 0.60mm	46

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
N	Putaran	Rpm
AC	Arus Bolak Balik	-
DC	Arus Searah	-
T	Suhu	°C
V	Tegangan	V
I	Kuat Arus	A
R	Resistansi	Ω

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan segala limpah rahmatnya sehingga peneliti dapat melaksanakan dan menyelesaikan Skripsi ini dengan baik yang dilaksanakan di Laboratorium *Combustion dan Plasma* Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.

Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) bagi mahasiswa program S1 diprogram studi Jurusan Mesin Program Studi Teknik Mesin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik juga saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghanturkan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dan penyusunan skripsi ini sehingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Rentang Patandean Dan Ibu Bitha Siampa dan juga kepada saudara saya Fesi Luisan S., Th dan Yolana Asriel, yang telah membantu, memberi nasehat, motivasi dan semangat untuk peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST., MT selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan, bimbingan kepada peneliti sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir Andi Erwin Eka Putra, S.T., M.T selaku dosen pembimbing kedua saya yang telah membantu dan memberi arahan kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Dr.Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc selaku dosen penguji pada penelitian saya yang senantiasa memberikan koreksi dan saran guna menjadikan penelitian ini lebih baik
5. Bapak Lukman Kasim, ST., MT Selaku dosen penguji pada penelitian saya yang senantiasa memberikan koreksi dan saran guna menjadikan penelitian ini lebih baik.

6. Bapak Prof. Dr. Eng. Jalaluddin ST., MT selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Bapak dan ibu dosen serta staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Kepada saudara BRUZHLEEZ'19 yang selalu ada dan menemani penulis baik dan suka maupun duka.
9. Vicky Fradiansyah selaku teman seperjuangan dalam penulisan skripsi dan kepada I Wayan Aldi Gunawan yang selama ini banyak memberikan saran dan menjadi teman diskusi penulis.
10. Kepada Kanda Surachman S.Pd., MT yang telah bersedia menjadi teman diskusi dan memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis.
11. Kepada teman-teman di Laboratorium *Internal Combustion and Plasma* yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu namanya yang telah menemani penulis, bercanda-tawa dan menjadi mood booster dikala suntuk dan lelah.

Demikian penulis ucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca maupun bagi peneliti.

Makassar, 16 Agustus 2023

Yang Membuat Pernyataan

Penulis

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari waktu ke waktu berkembang sangat pesat, kebutuhan manusia juga semakin meningkat dan berbeda-beda dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, manusia menghendaki kemudahan dan kecepatan dalam segala bidang tanpa mengeluarkan biaya yang banyak, hal ini yang mendorong manusia untuk menciptakan karya yang inovatif, di antaranya dalam bidang otomotif, salah satunya yaitu sepeda motor pada alat transportasi. Sepeda motor pada saat ini telah menjadi transportasi yang paling digemari oleh masyarakat, sehingga produsen memproduksi sepeda motor dengan berbagai macam model dengan perawatan yang sederhana serta tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi, (Passaribu 2019). Menurut badan pusat statistik jumlah kendaraan roda dua pada tahun 2022 sebanyak 120.045.878 unit, kebanyakan dari kendaraan roda dua tersebut masih menggunakan mesin yang memiliki kompresi dengan RON yang rendah agar dapat bekerja secara maksimal. Mesin dengan kompresi rendah seringkali digunakan karena bahan bakar lebih mudah didapatkan dan lebih murah dibandingkan bahan bakar dengan angka oktan lebih tinggi. Indonesia saat ini telah memasuki masa transisi dimana premium (RON rendah) digantikan dengan pertamax (RON tinggi), sehingga dibutuhkan sebuah inovasi agar dapat memaksimalkan potensi dari mesin yang memiliki kompresi rendah.

Meningkatnya jumlah kendaraan pribadi, termasuk sepeda motor, yang pesat menimbulkan dampak negatif baik dari sisi ekonomi, sosial, maupun lingkungan (Herwangi, I.S., et al., 2015). Salah satu dampak negatif pada lingkungan yaitu meningkatnya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh emisi gas buang. Beberapa jenis emisi tersebut di antaranya Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Carbon Dioksida (CO₂) yang memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan tubuh manusia dan mengikis lapisan ozon yang ada pada atmosfer. Pencemaran udara yang tinggi membuat masyarakat dan dunia prihatin, hal ini membuat masyarakat menginginkan

adanya transportasi alternatif yang ramah dan bersahabat dengan lingkungan seperti kendaraan berenergi listrik (Siregar, M. A., et al., 2019).

Dilansir dari laman resmi Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Indonesia telah menyatakan kesiapannya untuk memasuki era kendaraan listrik. Tekat ini diperkuat melalui penerbitan peraturan Presiden Indonesia Nomor 55 Tahun 2019 Tentang percepatan program kendaraan bermotor berbasis baterai untuk transportasi jalan, (KEMENPRIN, 2021). Terbitnya peraturan tersebut memicu produsen kendaraan bermotor di Indonesia meluncurkan produk-produk elektrifikasinya dan dari beberapa jenis teknologi elektrifikasi yang ada, teknologi hibrida jadi yang paling banyak dipilih oleh para produsen kendaraan bermotor di Indonesia (Andika, 2020). Hal ini disebabkan karena di Indonesia masih terbatasnya tempat pengisian listrik untuk kendaraan listrik (Aziz et al., 2020). Oleh karena itu dibutuhkan teknologi transisi antara kendaraan listrik dan kendaraan konvensional. Perubahan teknologi yang signifikan dan instan tidak jarang memerlukan adaptasi yang sulit. Perubahan tersebut membutuhkan jembatan untuk edukasi kepada konsumen. Motor bertenaga hybrid diyakini bisa menjadi jembatan penghubung bagi pengguna sebelum menuju motor bertenaga listrik.

Kendaraan hybrid adalah kombinasi dari dua sumber yang berbeda dari mesin yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) dan dari motor listrik. Kendaraan yang dihasilkan adalah hemat bahan bakar dan memancarkan karbon dioksida lebih rendah dari mesin pembakaran standard internal (Mesin Konvensional). Motor hybrid merupakan sebuah motor paduan antara mesin bensin atau solar dengan motor listrik. Motor hibrida memiliki banyak keunggulan, dari segi bahan bakar motor hybrid memiliki efisiensi yang tinggi sehingga penggunaan bahan bakar menjadi lebih hemat. Dari segi gas buang motor hybrid memiliki emisi gas buang yang lebih baik dibanding motor lainnya. Dari segi mesin, walaupun mesin pada motor hybrid sama dengan mesin bahan bakar lainnya akan tetapi mesin pada motor hybrid ternyata lebih baik dibandingkan mesin bakar lainnya. Dari segi kenyamanan motor hybrid memiliki tingkat getaran dan suara yang rendah (Sinaga, H.P., 2020).

Baterai merupakan salah satu komponen paling penting pada motor hybrid karena berfungsi sebagai wadah untuk menyimpan arus listrik. Baterai diperlukan untuk menyuplai arus listrik kendaraan yang juga harus didukung oleh sistem pengisian arus yang baik. Sistem pengisian harus mampu menyuplai kebutuhan arus listrik bagi semua beban kelistrikan, sehingga kapasitas arus pengisian maksimal yang tersedia harus lebih besar daripada jumlah total kebutuhan arus beban, (Amiruddin, M., et al., 2020). Dalam sebuah kendaraan, sistem pengisian seperti alternator atau spul diperlukan untuk mengubah energi mekanis dari mesin menjadi arus bolak-balik yang dapat digunakan untuk mensuplai kebutuhan listrik pada baterai. Namun, apabila jumlah pemakaian listrik melebihi kapasitas yang dihasilkan oleh spul, maka baterai akan terbebani oleh kebutuhan listrik tersebut. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk meningkatkan kinerja dari spul.

Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja spul adalah dengan memperbesar diameter kawat dan menambah jumlah gulungan pada rotor spul dari standar yang ada. Diameter kawat dan jumlah gulungan kumparan pada rotor spul memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sistem kelistrikan. Semakin panjang kawat pada spul, maka semakin tinggi voltase yang dihasilkan. Selain itu, semakin besar kawat maka semakin besar arus yang dapat dihasilkan oleh spul, (Pasaribu, 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengajukan proposal yang berjudul **“ANALISIS OUTPUT SPUL PADA MOTOR SUZUKI SHOGUN 110 CC DENGAN VARIASI DIAMETER DAN BANYAK LILITAN KAWAT”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi diameter dan banyaknya lilitan kawat terhadap tegangan dan kuat arus yang dihasilkan pada spul?
2. Bagaimana pengaruh variasi diameter dan banyaknya lilitan kawat terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin?
3. Bagaimana pengaruh variasi diameter dan banyaknya lilitan kawat terhadap suhu mesin pada mesin?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti:

1. Menganalisis pengaruh variasi diameter dan banyak lilitan kawat terhadap tegangan dan kuat arus yang dihasilkan pada spul.
2. Menganalisis pengaruh variasi diameter dan banyak lilitan kawat terhadap konsumsi bahan bakar.
3. Menganalisis pengaruh variasi diameter dan banyak lilitan kawat terhadap suhu mesin.

1.4 Batasan Penelitian

Agar dalam penelitian ini lebih terarah, maka penulis memberikan beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Diameter kawat yang digunakan adalah diameter kawat asli dari spul, 0.50 mm, dan 0.60 mm
2. Jumlah gulungan yang digunakan adalah gulungan asli dari spul, 87, 125, dan gulungan Maksimum.
3. Putaran mesin yang digunakan adalah 1500 Rpm, 2000 Rpm, 2500 Rpm, dan 3500 Rpm.
4. Menggunakan bahan bakar Pertalite.
5. Menggunakan Mesin Sepeda Motor Suzuki Shogun Kapasitas 110 cc.
6. Menggunakan Spull Suzuki Shogun 110 cc.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi teman mahasiswa sebagai literature atau bahan penelitian selanjutnya, dan masyarakat pada umumnya dapat dijadikan acuan untuk pertimbangan jika ingin meningkatkan output pada spill.

1.6 Sistematika Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisikan tentang landasan teori dan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan tema penelitian dan dasar-dasar teori yang mendukung penelitian.

BAB III: Metode Penelitian

Pada bab ini di jelaskan mengenai metode pengumpulan data, alat dan bahan yang digunakan, diagram alir penelitian serta langkah dan proses penelitian.

BAB IV: Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini berisi tentang pembahasan dari penelitian disertai dengan tabel dan grafik yang di dapatkan selama melakukan pengambilan data.

BAB V : Penutup

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya dan lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Motor Bensin

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti ini disebut motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*). Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut motor pembakaran luar (*External Combustion Engine*). Motor bensin (*Spark Ignition Engine*) atau motor Otto merupakan mesin pengonversi energi tak langsung, yaitu energi bahan bakar menjadi energi panas dan kemudian baru menjadi energi mekanis. Jadi energi kimia bahan bakar tidak dikonversikan langsung menjadi energi mekanis. Bahan bakar standar motor bensin adalah bensin atau isooktan. Sistem siklus kerja motor bensin dibedakan atas motor bensin dua langkah (*two stroke*) dan empat langkah (*four stroke*), (Laki., et al., 2013).

2.2 Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin empat langkah memerlukan empat kali langkah torak atau dua kali putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus kerja. Keempat langkah tersebut adalah: langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah pembuangan (I Gede Wiratmaja. 2010).

2.2.1 Langkah Isap

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

2.2.2 Langkah Kompresi

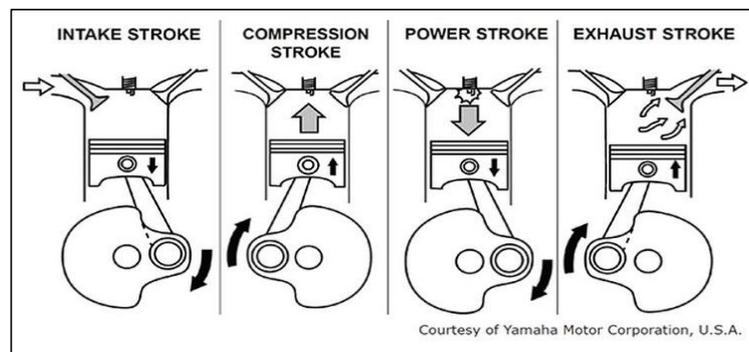
Langkah kompresi dimulai torak meninggalkan titik mati bawah menuju titik mati atas, mengkompresikan campuran bahan bakar udara didalam silinder. Bunga api listrik diumpankan melalui busi ketika torak berada beberapa derajat poros engkol sebelum titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara untuk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

2.2.3 Langkah Kerja

Langkah kerja dimulai ketika torak bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah. Gerakan torak ini terjadi karena gas panas hasil pembakaran berekspansi sehingga memperbesar volume silinder.

2.2.4 Langkah Pembuangan

Langkah Pembuangan Langkah terakhir adalah langkah pembuangan, terjadi ketika torak bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas menekan gas sisa hasil pembakaran keluar melalui katup buang yang berada dalam posisi terbuka dan katup masuk dalam keadaan masih tertutup. Katup buang akan tertutup dan katup masuk akan terbuka ketika torak bergerak kembali melakukan langkah isap berikutnya.



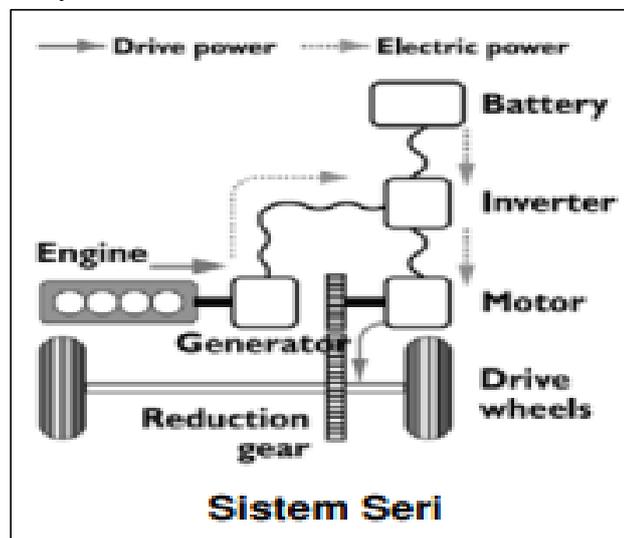
Gambar 2.1 Cara Kerja Motor Bensin Empat Langkah
(<https://otomotif.kompas.com/cara-kerja-mesin-sepeda-motor-4-tak>)

2.3 Kendaraan Hybrid

Kendaraan hybrid adalah kendaraan yang menggunakan dua jenis penggerak yaitu mesin bensin konvensional dan penggerak motor listrik, hal ini mengacu pada sebuah mobil yang memiliki mesin bensin konvensional serta motor listrik sebagai penggerak kendaraan mobil hybrid. Oleh karena itu energi listrik tersebut disimpan oleh baterai sampai terisi penuh agar dapat

memutarkan motor listrik untuk menggerakkan kendaraan mobil hybrid tersebut (Herdianto, S., et al., 2016). Hybrid yang banyak digunakan saat ini adalah hybrid listrik dengan menggunakan baterai kimia. Sistem pengisian pada bateraipun bermacam-macam, ada yang menggunakan sistem pengisian langsung, ada pula yang menggunakan KERS (*Kinetic Energy Recovery System*), bahkan ada yang menggunakan solar cell untuk memperoleh energi surya yang kemudian disimpan pada baterai. Jika dilihat dari skema aliran daya untuk menggerakkan kendaraan, sistem hybrid dibagi menjadi tiga, yakni sistem hybrid paralel, seri dan seri-paralel, (Dimaz., et al., 2012).

2.3.1 Sistem Hybrid Seri

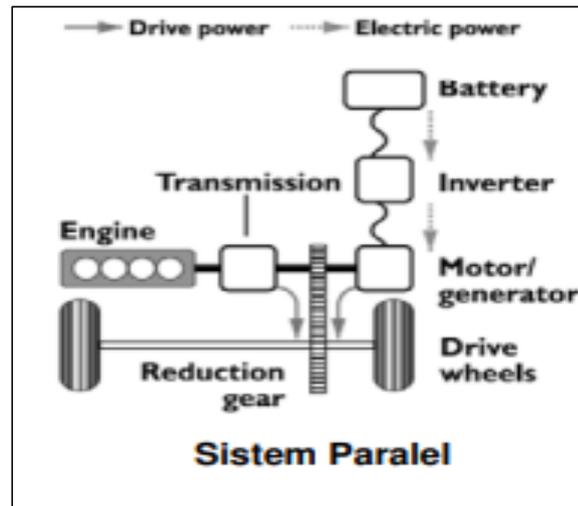


Gambar 2.2 Sistem Hybrid Seri
(Sumber: Jurnal Listijorini, E., et al., 2010)

Pada hybrid seri, hanya motor listrik yang menggerakkan roda. Motor listrik menerima tenaga listrik dari baterai atau generator yang digerakkan oleh mesin bensin. Mesin biasanya berkapasitas kecil dan dihubungkan secara seri karena hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan tenaga rata-rata. Baterai biasanya lebih bertenaga dibandingkan pada hybrid paralel. Hal ini dilakukan untuk memperoleh kebutuhan tenaga yang besar sehingga ukuran baterai dan motor lebih besar (Listijorini, E., et al., 2010). Saat daya beban lebih rendah dari daya baterai, maka beban disuplai oleh baterai melalui *bi-directional inverter* (yang berfungsi sebagai inverter) sedangkan generator dipadamkan. Pada

saat daya beban melebihi daya baterai namun lebih kecil dari daya generator diesel, generator dinyalakan untuk menyuplai beban dan mengisi baterai dengan kelebihan dayanya. Pada kondisi tersebut *bi-directional* inverter berfungsi sebagai regulator dan *charger* (Putri., et al., 2016).

2.3.2 Sistem Hybrid Paralel



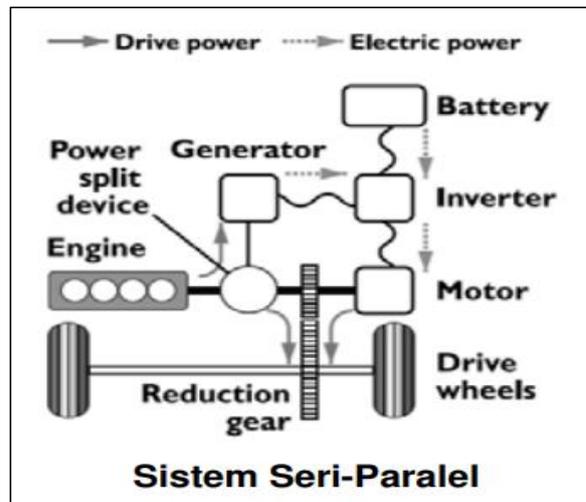
Gambar 2.3 Sistem Hybrid Paralel

(Sumber: Jurnal Listijorini, E., et al., 2010)

Pada sistem hybrid paralel mesin bensin 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 mesin bensin/diesel. Pada sistem hybrid seri mesin ICE yang digunakan lebih kecil dibandingkan dengan tipe lain. Hal tersebut dikarenakan ICE hanya digunakan untuk memutar generator. Generator berfungsi sebagai sumber energi listrik untuk mengisi baterai dan untuk memberikan energi listrik pada motor listrik. Generator ditempatkan secara seri dengan ICE. Generator dapat juga berperan sebagai motor listrik/motor starter pada saat menyalakan ICE (Elmadi,2015). Tujuan utama dari konsep ini adalah memanfaatkan energi regeneratif. Ketika kebutuhan tenaga tidak terlalu besar hybrid paralel memanfaatkan

tenaga mesin bensin untuk memutar generator untuk mengisi baterai atau digunakan sebagai charger tambahan (Listijorini, E., et al., 2010).

2.2.3 Sistem Hybrid Seri-Paralel



Gambar 2.4 Sistem Hybrid Seri-Paralel
(Sumber: Jurnal Listijorini, E., et al., 2010)

Penggabungan antara kedua system sebelumnya, yaitu penggabungan antara sistem hybrid seri dan system hybrid paralel membentuk suatu sistem hybrid seri-paralel (Listijorini, E., et al., 2010). Pada tipe seri-paralel ICE juga dapat digunakan untuk mengisi baterai (Govardhan,2017). Sistem hybrid seri-paralel memungkinkan pembagian sumber tenaga menjad fleksibel dan optimal sehingga mampu mencapai tingkat efisiensi atau performa yang mengagumkan (Listijorini, E., et al., 2010).

2.4 Alternator/Spul

Pembangkit listrik pada alternator menggunakan prinsip induksi yaitu perpotongan antara penghantar dengan garis-garis gaya magnet. Besarnya arus induksi tergantung pada kekuatan medan magnet, jumlah konduktor pemotong mesin medan magnet dan kecepatan perpotongan. Kerja sebuah alternator adalah medan magnet berputar (*rotor*) sedangkan penghantar (*stator*) diam. Alternator kumparan penghantar statis dipasang pada rangkaian disebut stator, medan magnet disebut motor yang bergerak di tengah stator. *Stator* terdiri dari konduktor yang gulungan kawat dengan gulungan yang banyak. Sehingga memungkinkan induksi listrik yang cukup besar. Arus yang dihasilkan oleh rotor dan stator masih berupa arus AC dan disearahkan oleh enam *diode* (Muhadrin., et al., 2016).



Gambar 2.5 Alternator/Spull

(<https://www.pinhome.id/fungsi-alternator/>)

Alternator pada kendaraan umumnya menggunakan magnet buatan, dimana membutuhkan sumber listrik sebagai pemberian arus listrik untuk membuat kutub magnet pada alternator. Ketika battery kendaraan habis, maka dibutuhkan suplai dari luar sebagai eksitasi pada alternator. Saat alternator tidak mendapatkan suplai dari luar, sistem pengisian tidak akan berfungsi. Hal ini akan membuat sistem kelistrikan pada kendaraan tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, dalam hal ini mendorong penulis untuk menganalisis perbandingan alternator menggunakan magnet buatan dan magnet permanen. Kelebihan pada alternator ialah tidak terdapat bunga api antara sikat-sikat dan *slip ring*, disebabkan tidak terdapat komutator yang dapat menyebabkan sikat menjadi aus. Rotornya lebih ringan dan tahan terhadap putaran tinggi, dan

silicon diode (rectifier) mempunyai sifat pengarahan arus, serta dapat mencegah kembalinya arus dari baterai ke alternator, (Pangkung, A., et al. 2021). Apabila jumlah pemakaian listrik lebih besar daripada yang dihasilkan spull, maka baterai ikut memikul beban kelistrikan tersebut. Sehingga diperlukan cara untuk meningkatkan kinerja dari spull. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja spul adalah dengan memperbesar diameter kawat dan menambah jumlah gulungan pada rotor spul dari standar yang ada. Diameter kawat dan jumlah gulungan kumparan pada rotor spul memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sistem kelistrikan. Semakin panjang kawat pada spul, maka semakin tinggi voltase yang dihasilkan. Selain itu, semakin besar kawat maka semakin besar arus yang dapat dihasilkan oleh spul, (Pasaribu, 2019).

2.5 Baterai

Baterai Adalah alat yang dapat menyimpan energi kimia menjadi energi listrik bila diperlukan. Baterai telah dikenal luas penggunaannya sebagai sumber energi yang dapat digunakan untuk beban lainnya, keunggulan baterai sebagai sumber energi listrik adalah kemudahannya untuk dibawa-bawa. Listrik yang dihasilkan oleh sebuah baterai Listrik yang dihasilkan oleh sebuah baterai muncul akibat perbedaan potensial energi kedua buah elektrodanya, perbedaan potensial ini dikenal dengan potensial sel atau gaya gerak listrik (Siregar F.M., et al., 2019).



Gambar 2.6 Baterai

(<https://spectrum.ieee.org/glass-battery>)

Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang

dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Terdapat 2 jenis baterai berdasarkan pada proses yang terjadi, yaitu:

1. *Primary battery*

Baterai yang hanya dapat digunakan sekali saja dan dibuang. Material elektrodanya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan.

2. *Secondary battery*

Baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali, proses kimia yang terjadi di dalam baterai ada reversibel, dan baha aktif dapat kembali ke kondisi semula dengan pengisian sel. Baterai sekunder sendiri terdapat banyak jenisnya di pasaran, antara lain:

a) Baterai *Ion Lithium* (Li-ion atau LIB)

Di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai Li-ion memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya, berbeda dengan litium metalik yang dipakai di baterai litium non-isi ulang. Baterai ion litium umumnya dijumpai pada barang-barang elektronik konsumen. Baterai ini merupakan jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik portabel, karena memiliki salah satu kepadatan energi terbaik, tanpa efek memori, dan mengalami kehilangan isi yang lambat saat tidak digunakan. Selain digunakan pada peralatan elektronik konsumen, LIB juga sering digunakan oleh industri militer, kendaraan listrik, dan dirgantara. Sejumlah penelitian berusaha memperbaiki teknologi LIB tradisional, berfokus pada kepadatan energi, daya tahan, biaya, dan keselamatan intrinsik.

b) Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po)

Hampir sama dengan baterai Li-Ion akan tetapi baterai Li-Po tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai Li-Po dapat

dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai Li-Po, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate. Masalah ini sebenarnya bisa diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini dianggap tidak dapat untuk diaplikasikan pada keadaan sehari-hari.

c) Baterai *Lead Acid* (Accu)

Baterai *Lead Acid* atau biasa disebut aki merupakan salah satu jenis baterai yang menggunakan asam timbal (*Lead Acid*) sebagai bahan kimianya. Secara umum terdapat dua jenis baterai lead-acid yaitu :

(a). *Starting Battery*, dan

(b). *Deep Cycle Battery*.

d) Baterai *Nickel-Metal Hydride* (Ni-MH)

Baterai jenis ini dibuat dengan komponen yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan. Baterai Ni-MH menggunakan ion hidrogen untuk menyimpan energi, tidak seperti baterai litium ion yang menggunakan ion litium. Baterai Ni-MH terdiri dari campuran nikel dan logam lain seperti titanium. Baterai ini biasanya mengandung pula komponen logam lain seperti mangan, aluminium, kobalt, zirconium, dan vanadium. Logam-logam tersebut pada umumnya berfungsi sebagai penangkap ion hidrogen yang dilepaskan untuk memastikan tidak mencapai fase gas (Afif T.M. et al., 2015).

Banyaknya jenis baterai sekunder yang ada dipasaran maka diperlukan kajian untuk mendapatkan jenis baterai terbaik dan sesuai dengan kebutuhan untuk mobil listrik. Menurut Albright, (2012) dalam penelitiannya mengenai perbandingan antara *Lead Acid* dan *Lithium-Ion* dalam aplikasi penyimpanan stasionari menyebutkan bahwa pada saat ini baterai *Lithium-Ion* merupakan baterai yang lebih baik untuk digunakan dalam berbagai situasi, khususnya pada iklim panas, meskipun memiliki biaya awal yang lebih tinggi. Selain itu, baterai *Lithium-Ion* memiliki efisiensi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan baterai *Lead Acid*.

Menurut Fendy, (2012) dalam penelitiannya tentang karakteristik Baterai *Lithium-Polymer* menyebutkan bahwa baterai jenis *Lithium-Polymer* memiliki standar yang lebih baik bila dibandingkan dengan baterai Ni-MH seperti memiliki massa yang lebih ringan dan tersedia dalam berbagai macam bentuk, memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar, serta memiliki tingkat discharge rate energi yang tinggi.

Menurut Suppo, (2014) dalam jurnalnya mengenai perbandingan antara baterai *Lithium-Ion* dengan Baterai *Nickel-Metal Hydrade* menjelaskan bahwa baterai Li-on merupakan pilihan terbaik apabila dilihat dari segi massa baterai karena memiliki massa yang ringan. Sedangkan apabila dilihat dari segi keamanan dan ekonomi baterai Ni-MH merupakan pilihan yang terbaik. Berdasarkan uraian di atas baterai merupakan sebuah perangkat yang vital bagi kendaraan listrik, dan terdapat berbagai jenis baterai yang ada dipasaran terutama pada baterai sekunder.

2.6 Kawat Email

Kawat email adalah kawat yang dilapisi dengan tembaga, yang berfungsi sebagai pembentuk kumparan. Kawat email yang banyak dijumpai di pasaran lokal adalah kawat buatan Indonesia (PT. Sucaco, Tbk) dan buatan Jerman (*Hellenic Cables, SA*) (Sinaga, N., et al., 2013).

Kawat produksi PT Sucaco ini ada beberapa jenis antarlain;

- a. PVF (*polyvinyl Formal*), cocok untuk electricity meter.
- b. UEW (polyurethane), untuk alat-alat rumah tangga dan lainnya.
- c. SBUEW (polyurethane self bonding), untuk alat-alat rumah tangga.
- d. PEW (polyester), untuk alat-alat rumah tangga, motor, tranformator dll.
- e. PEWN (polyester nylon), untuk pompa air, blender, mixer, motor, tranformator, ignition coil, magnetic coil.
- f. EIW (polyesterimide), untuk alat-alat rumah tangga, motor, transformator, magnetic coil.
- g. PEW AI (*polyester poliamideimide*), untuk transformator, ignition coil.

Masing-masing jenis kawat tersebut mempunyai ukuran diameter 0,10 – 4,0 mm dengan thermal class 105 – 220 °C. Kawat email Hellenic mempunyai diameter 0,07 – 5,0 mm dengan thermal class 120 – 200 °C (Sinaga, N., et al., 2013).



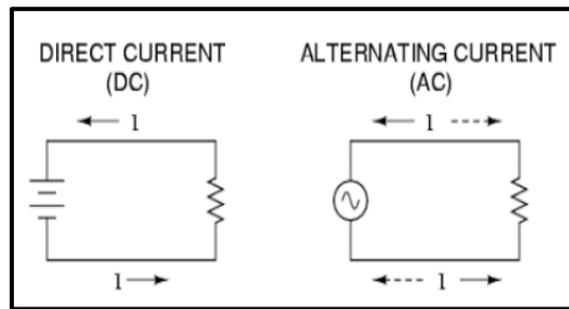
Gambar 2.7 Alternator/Spull
(Sumber: Jurnal Sinaga, N., et al., 2013).

2.7 Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan dipakai untuk proses kerja mesin dan sinyal untuk menunjang keamanan berkendara, Setiap sepeda motor dilengkapi dengan beberapa rangkaian sistem kelistrikan. Umumnya sebagai sumber listrik utama sering digunakan baterai (DC), namun ada juga yang menggunakan flywheel magnet (alternator) yang menghasilkan pembangkit listrik arus bolak-balik atau AC (alternating current). Dalam kelistrikan, Tegangan listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Tegangan listrik searah (direct current /DC)
2. Tegangan listrik bolak-balik (alternating current / AC)

Tegangan listrik DC memungkinkan arus listrik mengalir hanya pada satu arah saja, yaitu dari titik satu ke titik lain dan nilai arus yang mengalir adalah konstan/tetap. Sedangkan tegangan listrik AC memungkinkan arus listrik mengalir dengan dua arah, pada tiap-tiap setengah siklusnya Nilainya akan berubah-ubah secara periodik. (Albert Paul Malvino, Ph.D., E.E, 2003).



Gambar 2.8 Arus Listrik Ac dan Dc
(Sumber: Henakinv, 2013)

2.8 Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya elektron yang mengalir didalam suatu penghantar yang merupakan rangkaian tertutup. Satuannya adalah Ampere (A) dengan symbol 'I'. Satu ampere menunjukkan banyaknya arus yang mengalir didalam suatu cairan nitrat perak yang dapat memindahkan cairan tersebut seberat 1,118 mgr dalam waktu 1 detik.

2.9 Sirkuit Listrik

Sirkuit listrik adalah rangkaian dimana arus listrik dapat mengalir. Sirkuit listrik terbentuk oleh sumber arus atau tegangan, kabel atau penghantar dan beban.

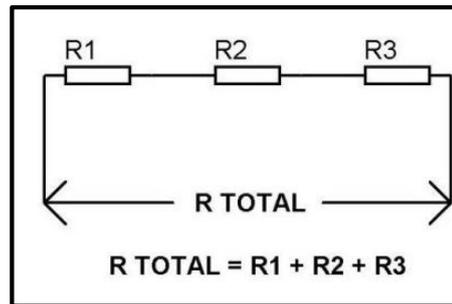
2.9.1 Rangkaian seri

Peyambungan beberapa beban atau tahanan dalam rangkaian listrik, dimana rangkaian tersebut diletakkan secara berurutan biasanya disebut rangkaian seri. Tahanan rangkaian seri (R_3), adalah sama dengan jumlah dari tahanan beban.

$$R_3 = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Besarnya arus yang mengalir pada semua titik adalah sama. Tegangan pada rangkaian seri berbeda pada setiap beban.

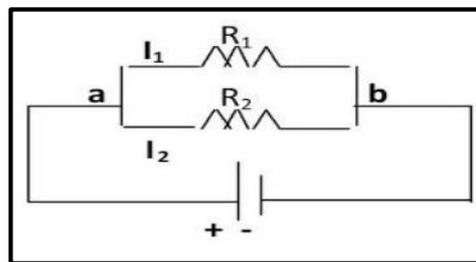
$$V_1 = R_1 \times I \text{ maka } V_a = R_a \times I, V_2 = R_2 \times I$$



Gambar 2.9 Rangkaian Seri
(Sumber: Henakinv, 2013)

2.9.2 Rangkaian paralel

Tipe penyambungan rangkaian paralel yaitu bila dua atau lebih tahanan (R_1 , R_2 , dan R_3 dan seterusnya) dirangkakan di dalam satu sirkuit/rangkaian seperti gambar di bawah ini. Salah satu dari setiap ujung tahanan (resistor) dihubungkan ke bagian yang bertegangan tinggi (positif) dari sirkuit dan ujung lainnya dihubungkan ke bagian yang lebih rendah (negatif).



Gambar 2.10 Rangkaian Paralel
(Sumber: Henakinv, 2013)

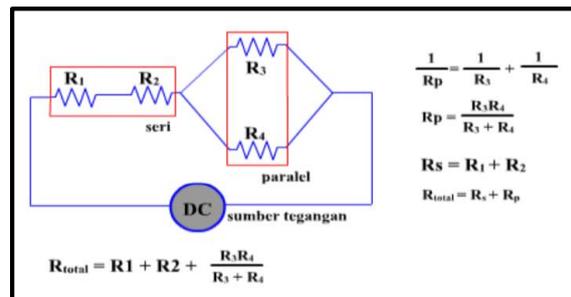
Pada rangkaian paralel, tegangan sumber (baterai) V adalah sama pada seluruh tahanan. Sedangkan jumlah arus I adalah sama dengan jumlah arus I_1 , I_2 dan I_3 yaitu arus yang mengalir melalui masing-masing resistor R_1 , R_2 dan R_3 . Adapun rumus arus listrik, tahanan dan tegangan pada rangkaian seri adalah sebagai berikut:

$$V \text{ total} = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I \text{ total} = I_1 + I_2 + I_3$$

2.9.3 Rangkaian seri – paralel

Tipe penyambungan rangkaian kombinasi (seri–paralel) yaitu sebuah tahanan (R_1) dan dua atau lebih tahanan (R_2 dan R_3 dan seterusnya) dirangkakan di dalam satu sirkuit/rangkaian seperti gambar. Rangkaian seri– paralel merupakan kombinasi (gabungan) dari rangkaian seri dan paralel dalam satu sirkuit.



Gambar 2.11 Rangkaian Seri - Paralel
(Sumber: Henakinv, 2013)

2.10 Daya Listrik

Daya listrik adalah jumlah kerja yang oleh listrik setiap satuan waktu (detik), disimpulkan dengan P , dan di ukur dalam satuan Watt (W). dalam aplikasi disirkuit listrik daya dihitung dengan rumus:

$$P = V \times I$$

Dimana

V = Tegangan Listrik (volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

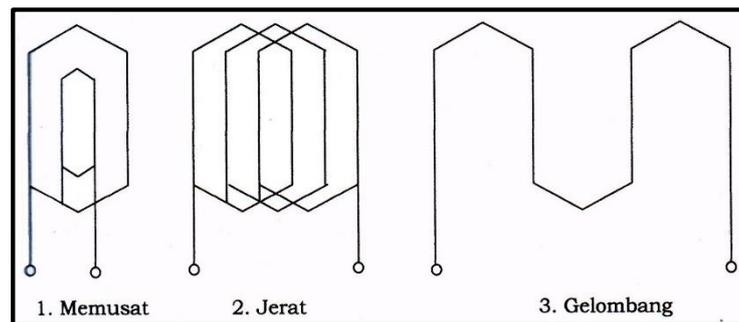
2.11 Bentuk Kumparan

Bentuk kumparan stator dari motor induksi 1 fasa dapat dibagi menjadi 3 macam, hal semacam ini adalah tergantung dari cara melilitkannya kedalam alur–alur stator. Bentuk kumparan–kumparan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Kumparan jerat atau lilitan bertumpuk (*Lap winding*) juga dapat dinamakan dengan lilitan spiral. Kumparan jerat (*spiral*) banyak digunakan untuk motor–motor (*generator*) dengan kapasitas yang relatif besar. Umumnya untuk kelas menengah keatas, walaupun secara khusus

ada mesin listrik dengan kapasitas yang lebih besar, kumparan statornya menggunakan sistem kosentris

2. Kumparan terpusat (*concentric winding*), pada umumnya sistem ini banyak digunakan untuk motor dan generator dengan kapasitas kecil. Walaupun ada juga secara khusus motor–motor dengan kapasitas kecil menggunakan kumparan dengan tipe spesial
3. Kumparan gelombang (*wave winding*) biasanya digunakan untuk motor dengan belitan sistem ini banyak digunakan kapasitor besar.



Gambar 2.12 Bentuk Kumparan
(Sumber: Subhan, 2015)

2.12 Medan Magnet

Arah garis-garis medan magnetik yang terdapat di sekitar kawat berarus sesuai dengan kaidah tangan kanan atau aturan sekrup putar kanan. Kaidah Tangan Kanan pertama yaitu Arah ibu jari menunjukkan arah arus listrik dan arah lipatan jari-jari yang lainnya menunjukkan arah putaran garis-garis medan magnetic.



Gambar 2.13 Kaidah Tangan Kanan
(Sumber: Subhan, 2015)