



**PENGARUH VARIASI JUMLAH *FERRITE BEAD*
TERHADAP KUAT MEDAN MAGNET PADA KABEL
BUSI DAN PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

Oleh

Andika Tri Wibowo

NIM.5202415008

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



**PENGARUH VARIASI JUMLAH *FERRITE BEAD*
TERHADAP KUAT MEDAN MAGNET PADA KABEL
BUSI DAN PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Andika Tri Wibowo

NIM.5202415008

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Andika Tri Wibowo
NIM : 5202415008
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Judul : Pengaruh Variasi Jumlah *Ferrite Bead* Terhadap Kuat Medan Magnet Pada Kabel Busi Dan Performa Mesin Sepeda Motor

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 17 Januari 2020

Pembimbing,



Dr. Hadromi S.Pd., M.T.
NIP. 196908071994031004

PENGESAHAN

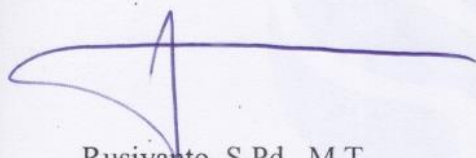
Skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Jumlah *Ferrite Bead* Terhadap Kuat Medan Magnet Pada Kabel Busi Dan Performa Mesin Sepeda Motor” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada 14 Februari 2020

Oleh

Nama : Andika Tri Wibowo
NIM : 5202415008
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1

Panitia:

Ketua



Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



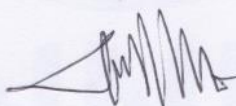
Dr. Rahmat Doni Widodo ST, MT.
NIP. 197509272006041002

Penguji I



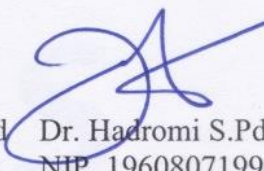
Wahyudi S.Pd, M.Eng
NIP. 198003192005011001

Penguji II



Ahmad Roziqin S.Pd., M.Pd
NIP. 198704192014041002

Pembimbing



Dr. Hadromi S.Pd., M.T.
NIP. 19608071994031004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang



Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

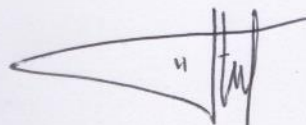
PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang,

Yang membuat pernyataan,



Andika Tri Wibowo
NIM 5202415008

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Bersyukur akan menjadikan hidup bahagia

PERSEMBAHAN

Ibu, Bapak, Kakak, Saudara, Gamapur, PTO 15, Almamater

RINGKASAN

Wibowo, Andika Tri 2020. Pengaruh Variasi Jumlah *Ferrite Bead* Terhadap Kuat Medan Magnet Pada Kabel Busi dan Performa Mesin Sepeda Motor. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Hadromi S.Pd., MT.

Kata Kunci : *Ferrite Bead*, Medan Magnet, Torsi, Daya

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi terhadap kuat medan magnet pada kabel busi serta performa mesin khususnya torsi dan daya sepeda motor. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode observasi dan eksperimental yaitu dengan cara pengamatan langsung serta mencatat hasil pada objek yang diamati, pada metode pengujian eksperimental yaitu dengan cara memvariasi jumlah pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi yang selanjutnya diukur nilai kuat medan magnet menggunakan alat *gaussmeter* serta pengukuran performa mesin menggunakan *dynotest*. Hasil pengujian pada kuat medan magnet terendah pada pemasangan *ferrite bead* 5 buah yaitu 0,3 gauss atau mengalami penurunan sebesar 87% dari kondisi standar, nilai torsi mengalami peningkatan dari kondisi standar nilai torsi 8,3 Nm menjadi 9,3 Nm pada pemasangan 5 buah *ferrite bead* atau mengalami peningkatan sebesar 12% dari kondisi standar, nilai daya mengalami peningkatan dari kondisi standar nilai daya 7,8 HP menjadi 8,6 HP pada pemasangan 5 buah *ferrite bead* atau mengalami peningkatan sebesar 10% dari kondisi standar. Memasang *ferrite bead* pada kabel busi dapat meminimalisir gangguan elektromagnetik pada kabel busi serta dapat meningkatkan torsi dan daya sepeda motor.

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Jumlah *Ferrite bead* Terhadap Kuat Medan Magnet Pada Kabel Busi Dan Performa Mesin Sepeda Motor”. Proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat-Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian proposal skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih seta penghargaan kepada :

1. Prof. Dr. Fatur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T.,IPM. Dekan Fakultas Teknik, Rusyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin, *Wahyudi, S.Pd., M.Eng.*, Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.

3. Dr. Hadromi, S.Pd., M.T., Dosen pembimbing yang penuh perhatian dan atas berkenaan memberi bimbingan dan masukan dalam penulisan proposal skripsi ini.
4. Semua dosen jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal ilmu pengetahuan yang berharga.
5. Bapak, ibu, kakak tercinta, serta keluarga yang selalu mendoakan, menyayangi, memberi nasihat, memberi semangat, mendukung, menginspirasi, memotivasi penulis untuk terus maju dan semangat.
6. Teman-teman Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2015 yang telah menemani, mendukung, menginspirasi, dan memotivasi penulis untuk terus maju dan semangat.
7. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Kritik dan saran untuk penulis akan diterima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran SMK.

Semarang,

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN KELULUSAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
MOTTO	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Motor Bakar	12
2.2.2 Sistem Pengapian	12

2.2.3 Sistem Pengapian CDI-DC	14
2.2.4 Medan Magnet	16
2.2.5 <i>Ignition Booster</i>	17
2.2.6 <i>Ferrite bead</i>	19
2.2.7 Interferensi Elektromagnetik	20
2.2.8 Proses Pembakaran Mesin 4 Tak	21
2.2.9 Perhitungan Performa Mesin	21
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	26
3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.1.2 Tempat Penelitian	26
3.2 Desain Penelitian	26
3.2.1 Skema Pengujian	26
3.2.2 Prosedur Penelitian	28
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	33
3.3.1 Alat Penelitian	33
3.3.2 Bahan Penelitian	36
3.4 Parameter Penelitian	38
3.4.1 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	38
3.4.2 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	38
3.4.3 Variable Kontrol	38
3.5 Teknik Pengumpulan Data	38
3.5.1 Kuat Medan Magnet	38
3.5.2 Performa Mesin	39
3.6 Kalibrasi Instrumen	42
3.7 Teknik Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45

4.1 Deskripsi Data	45
4.2 Analisis Data	47
4.3 Pembahasan	52
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	62

DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG

b = Panjang (meter)

F = Gaya (N)

T = Torsi (N.m)

N = Putaran mesin (RPM)

P = Daya (Watt/kW)

π = 3,14

μ_0 = $4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A

I = Arus (A)

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Dynotest</i>	33
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Gaussmeter</i>	34
Tabel 3.3. Spesifikasi Multimeter	35
Tabel 3.4. Spesifikasi Motor Honda Supra X 125 PGM-FI	36
Tabel 3.5. Spesifikasi <i>ferrite bead</i>	37
Tabel 3.6. Spesifikasi bahan bakar pertalite	37
Tabel 3.7. Kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi	39
Tabel 3.8. Data hasil Torsi	40
Tabel 3.9 Data hasil Daya	41
Tabel 4.1 Hasil pengukuran kuat medan magnet	45
Tabel 4.2 Hasil pengukuran torsi mesin	46
Tabel 4.3 Hasil pengukuran daya mesin	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Groundstrap</i>	3
Gambar 2.1. Arus pada kabel busi	14
Gambar 2.2. Sirkuit sistem pengapian CDI-DC.....	15
Gambar 2.3. Prinsip <i>Flemming</i>	16
Gambar 2.4. Arus kabel busi dengan pemasangan <i>ignition booster</i>	17
Gambar 2.5. <i>Ferrite bead</i>	19
Gambar 2.6. Pemasangan <i>ferrite bead</i> pada kabel busi	20
Gambar 2.7 Prinsip Pengoprasian <i>Dynamometer</i>	22
Gambar 2.8 T-s diagram pada siklus otto ideal	24
Gambar 3.1. Skema pengukuran medan magnet pada kabel busi	27
Gambar 3.2. Skema pengujian torsi dan daya	28
Gambar 3.3. Diagram alir pelaksanaan penelitian	32
Gambar 3.4. <i>Gaussmeter</i>	34
Gambar 3.5. Multimeter	35
Gambar 3.6. <i>Toolset</i>	36
Gambar 3.7 Sepeda Motor Supra X 125 PGM-FI	36
Gambar 3.8. <i>Ferrite bead</i>	37
Gambar 3.9 .Tampilan <i>Load Cell Zeroing</i>	43
Gambar 3.10 Tampilan <i>Load Cell Scale</i>	43
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Kuat Medan Magnet	48
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Torsi Sepeda Motor	50
Gambar 4.3 Grafik pengujian daya Mesin	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat ijin penelitian di Lab. Fisika MIPA UNNES	63
Lampiran 2 Surat ijin penelitian di Bengkel Mototech Yohyakarta	64
Lampiran 3 Surat pernyataan selesai penelitian di Lab. Fisika	65
Lampiran 4. Hasil data pengukuran medan magnet	66
Lampiran 5. Hasil data torsi Mesin	67
Lampiran 6. Hasil data daya mesin	68
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian	69
Lampiran 8. Contoh perhitungan data	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring kemajuan ilmu dan pengetahuan, menyebabkan kebutuhan manusia semakin bertambah. Untuk memenuhi kebutuhan, telah banyak orang yang menginovasi teknologi di bidang otomotif terutama pada alat transportasi darat. Alat transportasi darat merupakan teknologi yang paling banyak digunakan manusia untuk memenuhi mobilitas mereka, yaitu untuk bergerak dari suatu tempat menuju tempat lain.

Menurut Yamin, dkk., (2000:581) pada tahun 1994, pertama kalinya dalam sejarah populasi kendaraan berkembang secara global seperti mobil penumpang, truk, bus, sepeda motor melebihi 700 juta di beberapa negara maju dan berkembang. Sementara di Indonesia sarana transportasi darat yang paling banyak diminati yaitu sepeda motor. Dari tahun ke tahun penggunaan sepeda motor semakin meningkat, Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 98 juta unit, pada tahun 2016 mencapai 105 juta unit, dan pada tahun 2017 mencapai 113 juta unit (Badan Pusat Statistik, 2017).

Sepeda motor merupakan kendaraan yang menggunakan mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), yaitu mengubah energi *thermal* yang dihasilkan oleh pembakaran menjadi energi mekanik. Sistem pembakaran tersebut sangat berperan penting untuk menghasilkan performa mesin yang optimal. Sistem pengapian merupakan salah satu faktor untuk menciptakan pembakaran yang

sempurna sehingga campuran udara dan bahan bakar terbakar dengan maksimal, selain itu daya yang dihasilkan lebih optimal dan emisi gas buang yang tidak tinggi. Untuk menciptakan sistem pengapian yang baik maka sistem ini dikembangkan dari sistem pengapian konvensional menjadi sistem pengapian elektronik. Perkembangan sistem pengapian dari sistem pengapian dengan magnet, sistem pengapian dengan baterai, sistem pengapian Semi-Transistor, sistem pengapian *Full Transistor* dan yang terbaru yaitu sistem pengapian CDI (*Capacitive Discharge Ignition*).

Pada sistem pengapian arus yang dari baterai sebesar 12V dialirkan melewati *Ignition Coil* untuk meningkatkan tegangan sebesar 10KV atau lebih sehingga menghasilkan loncatan bunga api yang besar pada celah busi (PT. Toyota Astra Motor, 2017: 325). Khabiburrahman, dkk., (2017:173) menyatakan bahwa dikarenakan tegangan listrik yang besar tersebut menyebabkan arus yang mengalir tidak terfokus menuju ke busi namun sebagian arus condong ke arah luar. Kurniawan, dkk. (2019:658) menyatakan bahwa pada saat arus melewati kabel busi terjadi medan elektromagnetik yang akan menurunkan kualitas percikan bunga api pada busi sehingga api tidak optimal untuk melakukan pembakaran yang sempurna. Sulistyanto (2002:77) menyatakan bahwa gangguan elektromagnetik (*Electromagnetic Interference/EMI*) dibangkitkan dari beberapa peralatan elektronik, elektrik, dan elektromekanik sehingga dalam pengoperasiannya menghasilkan sinyal konduksi atau radiasi.

Menurut Khabiburrahman, dkk., (2017:174) salah satu cara untuk menstabilkan arus listrik yang dihasilkan oleh koil dengan cara mengurangi

medan magnet pada kabel busi sehingga dihasilkan percikan bunga api yang lebih kuat, stabil serta performa mesin yang lebih optimal yaitu menggunakan *ignition booster*.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Khabiburrahman yang berjudul “Pengaruh Variasi Bahan dan Jumlah Lilitan *Groundstrap* Terhadap Medan Magnet Pada Kabel Busi Sepeda Motor” menggunakan metode *groundstrap* yaitu dengan membuat lilitan pada kabel busi dengan bahan dan jumlah lilitan tertentu.



Gambar 1.1 *Groundstrap*

(Khabuburrahman, dkk. 2017:176)

Lilitan tersebut disambungkan ke negatif koil yang berfungsi untuk mengurangi medan magnet yang dihasilkan kabel busi. Namun cara tersebut tidak praktis karena harus membuat lilitan.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan *ignition booster* yang lebih praktis yaitu *ferrite bead*. *Ferrite bead* ini dipasang pada kabel busi untuk menstabilkan dan memfokuskan arus yang melewatinya sehingga performa mesin yang dihasilkan lebih optimal. Peneliti memvariasi jumlah *ferrite bead* untuk

mencari pengaruh terhadap kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi serta daya dan torsi dari sepeda motor.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian permasalahan diatas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan, diantaranya :

1. Kabel busi menghasilkan medan elektromagnetik yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas pecikan api pada busi.
2. Arus listrik yang mengalir pada kabel busi tidak fokus menuju busi.
3. Sistem pengapian tidak maksimal karena adanya kebocoran arus tegangan pada kabel busi.
4. Performa mesin tidak maksimal karena sistem pengapian terganggu.
5. Penelitian sebelumnya yaitu *groundstrap* tidak praktis karena harus membuat lilitan.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Sistem pengapian standar dan sistem pengapian menggunakan tambahan *ferrite bead* pada kabel busi.
2. Sepeda motor yang digunakan yaitu Supra X 125 PGM-FI.
3. Bahan bakar yang digunakan yaitu pertalite.
4. *Ferrite bead* yang digunakan merk TDK.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah diatas, maka dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana perbedaan kuat medan magnet pada kabel busi yang dihasilkan dengan pengapian yang menggunakan tambahan *ignition booster* dengan variasi jumlah *ferrite bead* pada kabel busi ?
2. Bagaimana perbedaan daya yang dihasilkan mesin sepeda motor dengan pengapian yang menggunakan tambahan *ignition booster* dengan variasi jumlah *ferrite bead* pada kabel busi ?
3. Bagaimana perbedaan torsi yang dihasilkan mesin sepeda motor dengan pengapian yang menggunakan tambahan *ignition booster* dengan variasi jumlah *ferrite bead* pada kabel busi ?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbedaan kuat medan magnet pada kabel busi yang dihasilkan dengan pengapian yang menggunakan tambahan *ignition booster* dengan variasi jumlah *ferrite bead* pada kabel busi.
2. Mengetahui perbedaan daya yang dihasilkan mesin sepeda motor dengan pengapian yang menggunakan tambahan *ignition booster* dengan variasi jumlah *ferrite bead* pada kabel busi.
3. Mengetahui perbedaan torsi yang dihasilkan mesin sepeda motor dengan pengapian yang menggunakan tambahan *ignition booster* dengan variasi jumlah *ferrite bead* pada kabel busi.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi peneliti pada khususnya dan pihak lain yang berkepentingan pada umumnya, antara lain:

1. Membantu mengurangi terjadinya arus liar pada kabel busi yang dihasilkan oleh pemasangan *ignition booster* sehingga pengapian lebih optimal.
2. Membantu meningkatkan torsi dan daya mesin yang dihasilkan oleh sepeda motor dengan cara menambahkan *ignition booster* berupa penambahan *ferrite bead* pada kabel busi.
3. Memberikan informasi mengenai penggunaan *ignition booster* dengan variasi jumlah *ferrite bead* terhadap kuat medan magnet pada kabel busi serta torsi dan daya pada sepeda motor.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Fadoli, dkk., (2012) yang berjudul “Analisa Perbandingan Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Antara Pengapian Standar Dengan Pengapian Menggunakan *Booster* Pada Mesin Toyota Kijang Seri 7k”, menggunakan *Booster* bermerk *9power* untuk mencari perbandingan terhadap daya dan konsumsi bahan bakar pada mobil Toyota Kijang seri 7K. *Booster* berfungsi untuk memperbesar pengapian motor yang menggunakan arus DC (aki), selain itu berfungsi menstabilkan tegangan dan arus listrik selama motor berjalan. *Booster* yang digunakan dengan merk *9Power* yang terbuat dari mangan, karbon dan magnesium yang didesain berbentuk lingkaran dengan lubang di tengah sebagai tempat masuknya kabel busi. Pada penelitian ini menghasilkan perbedaan nilai daya dan tingkat konsumsi bahan bakar yaitu terjadi peningkatan nilai daya dan penurunan konsumsi bahan bakar.

Hasil tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian yaitu saat putaran mesin 1000 rpm tanpa *booster* menghasilkan daya sebesar 14,54 kW sedangkan jika dipasang *booster* menghasilkan 14,64 kW sehingga terjadi kenaikan sebesar 0,68%. Selain itu pada putaran mesin 2200 rpm menghasilkan daya terbesar 26,58 kW sedangkan setelah dipasang *booster* menjadi 27,85 kW. Hal ini terbukti jika memang dengan adanya *booster*, daya yang dihasilkan akan lebih besar daripada standar (Fadoli, dkk., (2012:7)).

Penelitian yang dilakukan oleh Isnadi, dkk., (2014) yang berjudul “Pengaruh Pemasangan *Groundstrap* Dengan Variasi Diameter Kawat Kumputan Pada Kabel Busi Dan Variasi *Ignition Timing* Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z Tahun 2007”, memodifikasi kabel busi dengan cara *groundstrap* dan mengatur sudut pengapian untuk meneliti perbandingan torsi dan daya sepeda motor. Untuk *groundstrap* peneliti menggunakan bahan tembaga dengan variasi diameter 0,25 mm dan 0,40 mm. Sedangkan variasi sudut pengapian sebesar 10°, 13°, dan 7° sebelum TMA (Titik Mati Atas). Hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa adanya pengaruh diameter bahan *Groundstrap* terhadap performa mesin seperti daya dan torsi mengalami peningkatan. Selain itu pemasangan *groundstrap* dengan variasi waktu pengapian juga dapat meningkatkan performa mesin.

Hal tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian yaitu pada saat kondisi standar torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 8,59 Nm, dan hasil daya maksimum sebesar 8,30 HP, pengujian dengan pemasangan *groundstrap* berdiameter kawat lilitan 0,25 mm menghasilkan torsi maksimum sebesar 8,89 Nm dan daya maksimum sebesar 8,33 HP, sedangkan pemasangan *groundstrap* berdiameter lilitan 0,4 mm menghasilkan torsi maksimum sebesar 8,89 Nm dan daya maksimum 8,37 HP (Isnadi, dkk., (2014:8).

Pada perlakuan waktu pengapian 7° sebelum TMA dan pemasangan *groundstrap* berdiameter lilitan 0,25 mm menghasilkan torsi sebesar 9,05 Nm dan daya sebesar 8,57 HP, pada pemasangan *groundstrap* diameter lilitan 0,40 mm dengan waktu penyalan 7° pada putaran mesin 4500 rpm menunjukkan

peningkatan torsi 32% dan daya sebesar 30%, pada waktu penyalaan 13° sebelum TMA dengan *groundstrap* diameter kawat lilitan 0,4 mm menunjukkan peningkatan torsi sebesar 47% dan peningkatan daya pada putaran mesin 4500 rpm sebesar 44% (Isnadi, dkk., (2014:9).

Penelitian yang dilakukan oleh Pratama dan Utama (2020) yang berjudul “Pengaruh *Ferrite* Magnet terhadap performa kendaraan *Four Stroke Engine* 125 cc dengan Bahan Bakar Peralite dan Pertamina”, menggunakan *ferrite* magnet yang dipasang pada *fuel hose* dengan variasi bahan bakar pertalite dan pertamax untuk menguji performa kendaraan yang mencakup torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menjelaskan bahwa terdapat perubahan pada torsi, daya dan konsumsi bahan bakar setelah pemasangan *ferrite* magnet pada *fuel hose*, hal tersebut dapat dari hasil penelitian yaitu dengan penambahan *ferrite* terjadi peningkatan torsi terbesar dengan persentase 5,41% pada bahan bakar pertamax, peningkatan daya dengan persentase 4,00% pada bahan bakar pertalite, dan penurunan konsumsi bahan bakar terbesar dengan persentase 11,76% pada bahan bakar pertalite (Pratama dan Utama, 2020:109).

Penelitian yang dilakukan oleh Khabiburahman dkk, (2017) yang berjudul “Pengaruh Variasi Bahan dan Jumlah Lilitan *Groundstrap* Terhadap Medan Magnet Pada Kabel Busi Sepeda Motor”, menggunakan *booster* berupa *groundstrap* kabel busi dengan variasi bahan lilitan tembaga dan aluminium yang berdiameter 0,8 mm, selain itu juga memvariasi jumlah lilitan *groundstrap* yaitu 100, 175 dan 250 lilitan untuk membandingkan kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi. Hasil penelitian menjelaskan bahwa penggunaan bahan

variasi bahan *groundstrap* dengan nilai hambatan jenis yang lebih kecil (tembaga) dan jumlah lilitan yang banyak mampu menurunkan medan magnet pada kabel busi lebih baik, hal tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian yaitu semakin banyak jumlah lilitan *groundstrap* maka semakin baik menurunkan medan magnet pada kabel busi dengan rata-rata medan kabel busi terendah yang dihasilkan dengan bahan tembaga 250 lilitan sebesar 2,43 gauss (Khabiburahman dkk, 2017:179).

Penelitian yang dilakukan oleh Zulefendi dan Martias, (2019) yang berjudul “Analisa Penggunaan Ignition Booster 9power Terhadap *Output* Tegangan *Coil* Pada Sistem Pengapian Sepeda Motor 4 Langkah”, menggunakan *ignition booster* berupa *9power* pada kabel busi sepeda motor untuk membandingkan nilai *output* tegangan koil. Hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa terjadi kestabilan tegangan *output* koil dan peningkatan besar tegangan *output* koil dibanding sebelum menggunakan *ignition booster*. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian yaitu sebelum menggunakan *ignition booster*, *range output* tegangan koil pada putaran mesin 1500 rpm sebesar 7KV, namun setelah pemasangan *ignition booster range output* tegangan koil sebesar 5KV (Zulefendi dan Martias, 2019:540). Selain itu juga terjadi peningkatan tegangan *output koil* yaitu pada putaran mesin 1500 rpm *output* tegangan koil sebesar 10,67 KV setelah pemasangan *ignition booster* menjadi 11,67 KV (Zulefendi dan Martias, 2019:539).

Penelitian yang dilakukan oleh Fahrudin, dkk., (2013) yang berjudul “Penggunaan *Ignition Booster* Dan Variasi Jenis Busi Terhadap Torsi Dan Daya

Mesin Pada Yamaha Mio Soul Tahun 2010”, melakukan penambahan *ignition booster* berupa *V-power* serta memvariasi jenis busi yaitu busi jenis platinum dan iridium untuk membandingkan nilai torsi dan daya pada sepeda motor. Pada *V-power* terdapat *capasitor* sebagai *stabilizer*, jika terdapat frekuensi listrik yang tidak stabil maka *capasitor* akan mengambil sebagian muatan yang tidak stabil tersebut. *V-power* ini terdapat dua kabel yang dipasang di positif koil dan negatif koil. Hasil penelitian menjelaskan adanya peningkatan torsi dan daya dengan penambahan *ignition booster* jenis *V-Power* serta penggunaan busi jenis iridium. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian yaitu pada saat kondisi standar torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 4,80 ft.lbs pada putaran 6000 rpm dan daya maksimal sebesar 6,18 HP pada putaran mesin 8000 rpm, kemudian dengan menambahkan *ignition booster* berupa *V-power* dan menggunakan variasi busi jenis iridium dapat meningkatkan performa mesin dengan torsi maksimal sebesar 4,95 ft.lbs pada putaran mesin 6000 rpm dan daya maksimal sebesar 6,49 hp pada putaran mesin 8000 rpm (Fahrudin, dkk., 2012).

Dari pemaparan beberapa penelitian yang relevan di atas, peneliti bermaksud menggunakan *ferrite bead* dalam penelitian ini. Peneliti ingin meneliti pengaruh pemasangan *ferrite bead* terhadap kuat medan magnet pada kabel busi, torsi dan daya mesin sepeda motor. Pemasangan *ferrite bead* diharapkan terdapat pengaruh yang baik untuk sistem pengapian serta performa mesin. Pada sistem pengapian dengan adanya pemasangan *ferrite bead* ini dapat menurunkan besar medan magnet pada kabel busi menyebabkan arus tegangan tinggi yang melewati

kabel busi dapat lebih stabil sehingga dengan stabilnya arus tegangan tinggi tersebut daya dan torsi mesin semakin meningkat.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Motor Bakar

Motor bakar adalah mesin yang mengkonversi energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi mekanik sehingga menghasilkan daya yang dimanfaatkan sebagai penggerak untuk daya pada poros (Basyirun, dkk., 2008:23).

Berdasarkan sistem penyalanya, motor bakar torak dibagi menjadi 2 yaitu motor bensin(*otto*) dan motor diesel. Motor bensin membutuhkan loncatan bunga api yang dihasilkan oleh busi untuk menyalakan bahan bakar sehingga motor bensin dinamakan *Spark Ignition Engine* (Arismunandar, 2002:5).

Pada motor bensin campuran bensin bakar dan udara dihisap masuk kedalam ruang silinder dan dikompresikan oleh gerakan piston saat bergerak naik, sesaat sebelum piston sampai ke titik atas, busi memercikan bunga api yang dihasilkan oleh sistem pengapian untuk membakar campuran udara dan bahan bakar sehingga piston bergerak turun sehingga menghasilkan tenaga (PT. Toyota Astra Motor, 2017:92).

2.2.2 Sistem Pengapian

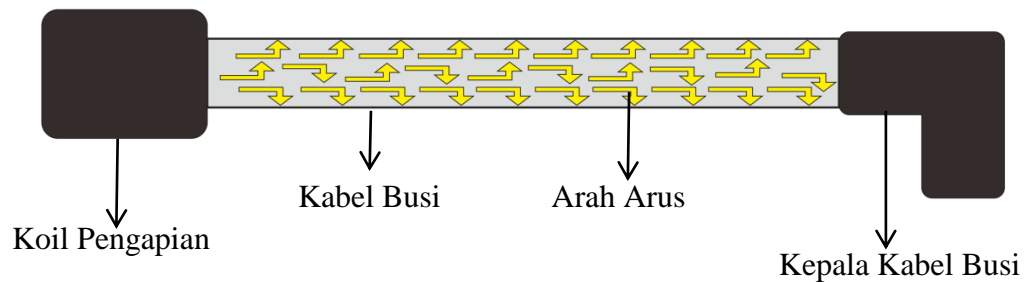
Sistem pengapian berfungsi untuk menyalakan api listrik pada busi untuk untuk membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang silinder (Nugraha, 2005:9). Permulaan pembakaran tidak bisa terjadi dengan sendirinya, busi akan menyala saat campuran udara dan bahan bakar mencapai rasio

kompresi, temperatur dan tekanan tertentu sehingga akan terjadi reaksi pembakaran yang menghasilkan tenaga (Rosid, 2016:88).

Agar busi dapat dapat memercikan bunga api maka diperlukan sistem yang bekerja secara akurat yang terdiri dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama dalam waktu yang cepat dan singkat. Pengapian tersebut sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan, hal ini berkaitan dengan proses pembakaran yang ada pada ruang bakar (*combution chamber*), dari pembakaran yang sempurna maka akan mengkasilkan daya mesin yang lebih optimal (Badrawada, 2008: 221). Adapun syarat untuk menghasilkan pengapian yang optimal agar mesin bekerja dengan efisien adalah waktu pengapian yang tepat dan percikan bunga api yang kuat.

Penelitian oleh Machmud, dkk (2013: 64) yang berjudul “Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin” menyimpulkan bahwa sistem pengapian yang dimajukan waktu pengapiannya dari pengapian standar diperoleh peningkatan nilai prestasi pada mesin dibanding dengan derajat pengapian standar.

Tegangan yang dialirkan pada sistem harus cukup kuat, sehingga akan menghasilkan bunga api listrik yang kuat pada celah elektroda busi untuk membakar campuran udara dan bahan bakar. Namun karena tegangan aliran listrik yang besar, saat melewati kabel busi arahnya tidak terfokus menuju busi namun terdapat aliran yang condong ke arah luar (Khabiburrahman, dkk., 2017:173).



Gambar 2.1. Arus pada kabel busi

Selain terjadi ketidakcondongan arus pada busi, terjadi medan magnet pada kabel busi yang diakibatkan oleh tegangan tinggi dari koil yang melawatinya untuk dialirkan ke busi (Khabiburrahman, dkk., 2017:174).

Arus yang lewat melalui koil akan menciptakan medan elektromagnetik (EMF), jika bahan konduktif listrik berada di dekat medan elektromagnetik ini maka akan menghasilkan arus *eddy* (Sophian, dkk., 2001:1).

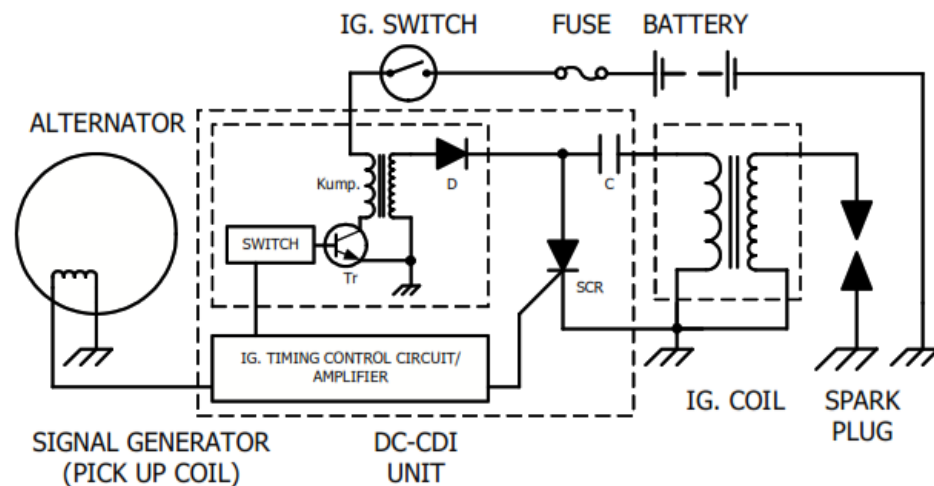
Medan elektromagnet yang ada pada kabel busi tersebut akan mengakibatkan kerusakan pada percikan bunga api di ujung elektroda busi sehingga menyebabkan pembakaran kurang sempurna.

2.2.3 Sistem Pengapian CDI-DC

Nugraha (2005:36) menyatakan bahwa sistem pengapian CDI (*Capasitive Discharge Ignition*) merupakan sistem pengapian elektronik yang saat ini populer digunakan pada sepeda motor, sistem ini bekerja dengan memanfaatkan pengisian (*charge*) dan pengosongan (*discharge*) muatan kapasitor yang dioperasikan oleh saklar elektronik atau disebut SCR (*Silicon Controlled Rectifier*).

Menurut Nugraha (2005:38), sistem pengapian elektronik (CDI) dibagi menjadi 2 yaitu : 1) Sistem pengapian magnet elektronik (CDI-AC) yaitu sumber tegangan didapat dari alternator, sehingga arus yang digunakan adalah arus bolak-

balik (AC). 2) sistem pengapian baterai elektronik (CDI-DC) yaitu sumber tegangan diperoleh dari baterai (yang disuplai dari sistem pengisian), sehingga arus yang digunakan merupakan arus searah (DC).



Gambar 2.2 Skema sistem pengapian CDI-DC
(Nugraha, 2015:49)

Cara kerja sistem CDI-DC

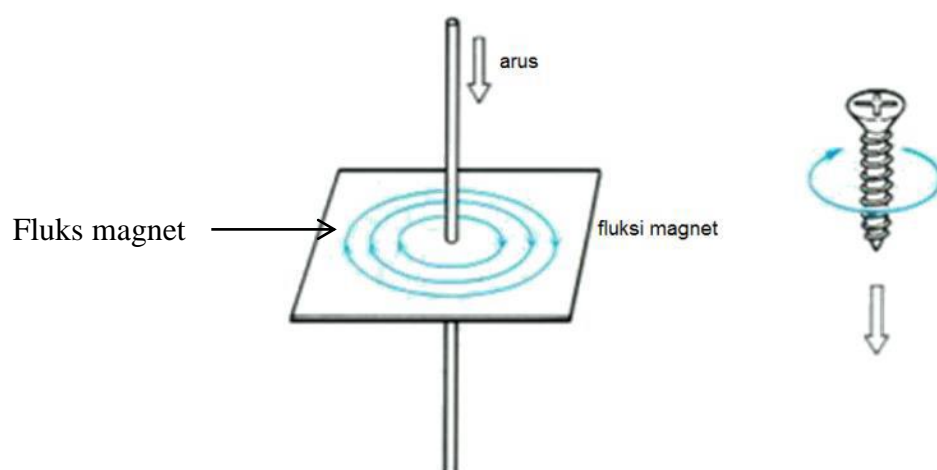
Nugraha (2015:49) menyatakan bahwa saat kunci kontak *ON* arus dari baterai disalurkan ke unit CDI (*DC-DC Converter*), ketika *rotor alternator* (magnet) berputar maka *reluctor* akan ikut berputar, pada saat *reluctor* mulai mencapai lilitan *pick up coil* maka lilitan *pick up coil* akan menghasilkan sinyal listrik yang dimanfaatkan untuk mengaktifkan *Switch Transistor* (Tr) pada *DC-DC Converter*, kumparan primer dan sekunder pada *DC-DC Converter* akan bekerja secara induksi menaikkan tegangan sumber kemudian disalurkan lagi oleh dioda untuk mengisi kapasitor sehingga muatan kapasitor penuh.

Sinyal yang dihasilkan lilitan *pick up coil* tersebut belum mampu membuka gerbang *Thyristor switch* (SCR) sehingga SCR belum bekerja. Pada saat yang

hampir bersamaan (saat pengapian) arus yang dihasilkan oleh signal generator (*pick up coil*) mampu membuka gerbang SCR (aktif), hal tersebut menyebabkan kapasitor menjadi kondisi *discharge* (pengosongan muatan) dengan cepat sehingga arus melewati kumparan primer koil pengapian dengan tegangan 200-300 V menuju ke massa, kumparan sekunder koil pengapian akan timbul tegangan tinggi sebesar ± 20 KV yang kemudian disalurkan melewati kabel tegangan tinggi menuju ke busi sehingga busi dapat memercikkan bunga api (Nugraha, 2005:50).

2.2.4 Medan Magnet

Menurut Ramlawati, dkk. (2017:28) terdapat penemuan yang dilakukan oleh Chirstian Oersted (1777-1851) bahwa arus listrik dapat menunjukkan efek magnetik atau medan magnet yang dibuktikan dengan penunjukan kompas yang menyimpang menandakan adanya medan magnet di sekitar arus dan medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik disebut medan elektromagnetik.



Gambar 2.3. Prinsip *Flemming*
(Koko dalam Khabiburrahman, dkk., 2017:174)

Berdasarkan hukum tangan kanan, arah aliran arus listrik diwakili oleh ibu jari dan arah medan magnet diwakili oleh jari-jari lainnya (Widjanarko, 2011:36). Menurut Gussow dalam Khabiburrahman, dkk. (2017:174), arus yang mengalir pada sepotong kawat akan menghasilkan cincin-cincin konsentris yang berupa garis-garis gaya magnet yang mengelilingi kawat tersebut.

Menurut Ramlawati, dkk. (2017:30) besarnya medan magnet oleh elemen kawat berarus dinyatakan dengan persamaan $B = \mu_0 I / 2\pi a$.

B = induksi magnetik yang diamati (Tesla)

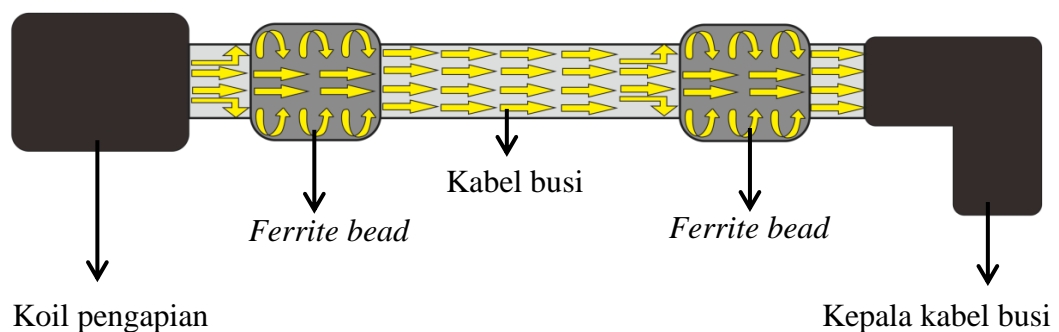
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A

I = besar arus (A)

a = jarak titik dari kawat (m)

2.2.5 Ignition Booster

Ignition Booster adalah suatu perangkat untuk meningkatkan kualitas pengapian dengan cara memfokuskan arus sehingga bunga api yang dihasilkan oleh busi lebih besar (Romadoni, dkk., 2012).



Gambar 2.4. Arus kabel busi dengan pemasangan *ignition booster*

Salah satu jenis *ignition booster* adalah cincin magnet, dengan prinsip induksi medan magnet pada kabel busi yang dapat menstabilkan arus tegangan

listrik yang dihasilkan oleh koil pengapian dan juga membuang frekuensi liar atau tegangan tak tentu dari koil sehingga arus yang dihasilkan akan lebih fokus menuju busi (Isnadi, dkk, 2014:2).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zulefendi dan Martias (2019 : 540) menyatakan bahwa *ignition booster* dapat menstabilkan tegangan yang dibuktikan dengan hasil penelitiannya yaitu pada putaran mesin 1500 rpm tanpa menggunakan *ignition booster* terjadi perbedaan antara nilai tegangan tertinggi dan terendah yaitu *range* 7 KV, dan setelah menggunakan *ignition booster* ternyata *range* yang dihasilkan sebesar 5 KV.

Selain menstabilkan arus tegangan output koil, *ignition booster* tersebut dapat meningkatkan nilai tegangan yang mengalir. Berdasarkan hasil penelitian oleh Zulefendi dan Martias (2019:539) yaitu pada putaran mesin 1500 rpm tanpa menggunakan *ignition booster* menghasilkan tegangan sebesar 10,67 KV, dan setelah menggunakan *ignition booster* tegangan rata-rata yang dihasilkan sebesar 11,67 KV.

Menurut Zulefendi dan Martias (2019:539) hal ini dapat terjadi karena arus tegangan tinggi *output* koil dapat menghasilkan fluks magnet yang besar menyebabkan arus tegangan tinggi yang mengalir tidak stabil sehingga kabel tegangan tinggi tidak dapat menahan fluks magnet tersebut dan arus tegangan tinggi condong bergerak ke luar mendorong isolator kabel tegangan tinggi. Dengan adanya pemasangan *ignition booster* ini bertujuan untuk memadatkan fluks magnetik arus tegangan tinggi dari koil sehingga mengurangi dorongan fluks magnetik pada kabel tegangan tinggi sehingga arus tegangan tinggi yang mengalir

lebih menyatu, lebih besar dan padat mengalir ke busi (Zulefendi dan Martias, 2019:539).

2.2.6 Ferrite bead

Ferrite bead merupakan senyawa keramik yang terbuat dari bubuk besi oksida (*Iron Powder*) dan biasanya dipadukan dengan besi, mangan, mangan seng (MnZn), dan nikel seng (NiZn) dan memiliki sifat permeabilitas yang tinggi sehingga fluks magnet dapat diatur oleh arus yang mengalir pada konduktor (Brown, 2005:1).



Gambar 2.5. *Ferrite bead*

Bubuk besi harus diisolasi secara listrik dengan dielektrik untuk mengurangi kerugian arus eddy pada komponen (Lefebvre, dkk., 1997:93). Pelindung interferensi elektromagnetik bertujuan untuk mengadsorpsi kuat medan elektromagnetik oleh suatu bahan yang berfungsi sebagai pelindung terhadap radiasi (Chung, 2000: 350).

Ferrite berbeda dengan logam magnetik, *ferrite* adalah magnet dielektrik yang memungkinkan gelombang elektrik dapat terserap oleh *ferrite*, sehingga

memungkinkan adanya interaksi antara gelombang dan magnetisasi dalam *ferrite* (Adam, dkk., 2002: 721).

Pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi setelah koil pengapian dan sebelum kepala kabel busi. Pemasangan pada kabel busi hanya dengan membuka klip *ferrite bead* kemudian pasang pada kabel busi kemudian tutup klip *ferrite bead*.



Gambar 2.6. Pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi

2.2.7 Interferensi Elektromagnetik (EMI/*Electromagnetic Interference*)

Menurut Sulistyanto (2002:76) interferensi elektromagnetik atau gangguan elektromagnetik merupakan sinyal pancaran yang tidak diinginkan dari energi konduksi yang berupa tegangan dan arus atau energi radiasi yang berupa medan elektrik dan medan magnet. Gangguan elektromagnetik ini dapat menurunkan performa dari suatu sistem atau peralatan elektronik yang disebabkan dari beberapa sinyal yang tidak diinginkan, sinyal semu, sinyal konduksi atau sinyal radiasi dari sinyal yang tidak dapat diterima (Sulistyanto, 2002:77). Selain itu beberapa sumber lain seperti petir, relay, motor listrik DC, lampu pijar/neon, kabel tegangan tinggi, pemancar radio, komputer dan alat-alat elektronik yang dapat memancarkan gelombang elektromagnetik (Hapsari,2014:14).

Menurut Sulistyanto (2002:77) sumber EMI dibagi menjadi dua sebagai berikut : 1) sumber EMI alami yaitu sumber yang tergabung dengan fenomena alami, 2) sumber EMI buatan manusia yaitu sumber-sumber EMI yang tergabung dengan peralatan-peralatan buatan manusia seperti jaringan saluran daya listrik, *automotive ignition noise*, *fluoresescent light* dan sebagainya

2.2.8 Proses Pembakaran Mesin 4 Tak

Pembakaran atau disebut *heat energy* merupakan proses bercampurnya unsur-unsur kimia antara unsur-unsur bahan bakar dan zat asam pada ruang bakar (Suprptono, 2004:36).

Proses pembakaran terjadi pada saat busi memercikan bunga api pada saat piston berada beberapa derajat sebelum titik mati atas sehingga campuran udara dan bahan bakar terbakar (Arismunandar, 2002:82).

Pada proses pembakaran mesin 4 tak menggunakan siklus aktual atau *otto* yaitu proses termodinamika yang terdapat dalam proses pembakaran pada mesin (Jatnika dan Najib, 2018:15).

Persyaratan adanya pembakaran yang baik selain rasio campuran bahan bakar yang sesuai dan kompresi yang mencukupi namun juga harus ada percikan api yang kuat sehingga dapat mengionisasi udara pada celah busi.

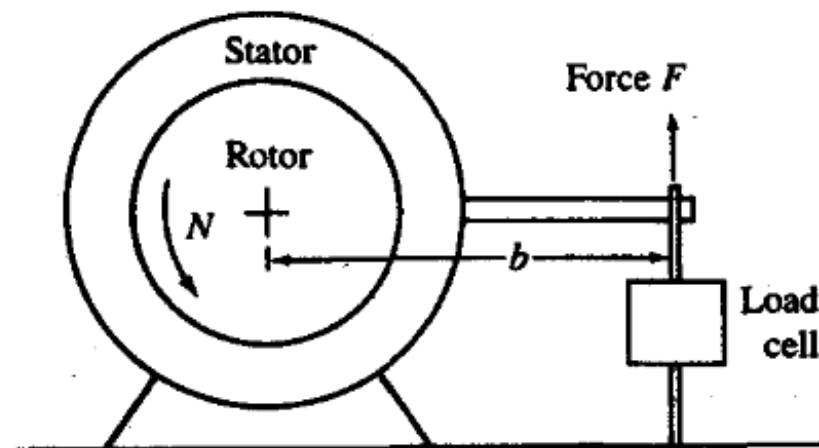
2.2.9 Perhitungan Performa Mesin

Parameter yang digunakan dalam perhitungan performa mesin yaitu torsi, daya dan efisiensi mesin.

a. Momen puntir (torsi)

Momen puntir atau torsi adalah kemampuan mesin untuk menghasilkan tenaga yang dilambangkan dengan T dan mempunyai satuan Nm (Wiratmaja, 2010:20). Besarnya torsi(T) akan sama, berubah-ubah atau berlipat, torsi timbul akibat adanya gaya tangensial pada jarak tertentu dari sumbu putaran (Wiratmaja, 2010:20).

Torsi mesin biasanya diukur menggunakan alat *dynamometer*, mesin yang akan diukur torsinya diletakkan pada sebuah *test bed* dan poros keluaran mesin dihubungkan ke *rotor dynamometer*, *rotor* tersebut dihubungkan secara elektromagnetik, hidrolis, atau dengan gesekan mekanis ke *stator* yang diimbangi dengan *stationer rotor* serta didukung dalam bantalan gesekan rendah (Heywood, 1988: 45).



Gambar 2.7 Prinsip Pengoperasian *Dynamometer*

(Heywood, 1988: 46)

Torsi yang dihasilkan oleh *stator* ketika putaran *rotor* diukur dengan cara menyeimbangkan *stator* dengan alat pemberat, pegas, atau alat penumatik (Heywood, 1988: 46). Berdasarkan Gambar 2.7, rumus torsi adalah :

$$T = F \times b \text{ (Heywood, 1988: 46)}$$

Keterangan :

T = Torsi benda berputar (Nm)

F = *Force* (Gaya sentrifugal dari benda yang berputar) (N)

b = Jarak benda dari pusat rotasi (m)

b. Daya

Daya adalah energi yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu mesin tersebut bekerja yang menggunakan besaran *Brake Horsepower* (BHP) untuk mengindikasikan *horsepower* aktual yang dihasilkan oleh mesin (Wiratmaja, 2010:20).

Menurut Badrawada (2008:225) nilai daya yang dihasilkan mesin atau diserap oleh dynamometer dirumuskan sebagai berikut :

$$P = 2\pi.N.T.10^{-3}$$

Keterangan :

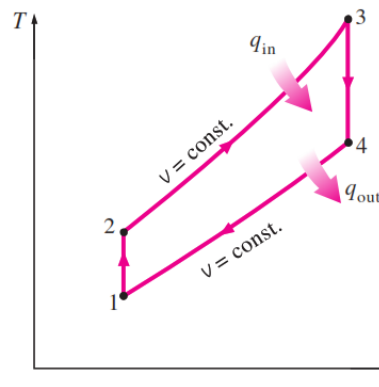
P = Daya (kW)

N = Putaran Mesin (Rev/s)

T = Torsi (N.m)

c. Efisiensi Mesin

Efisiensi mesin menggambarkan tingkat efektifitas mesin bekerja yaitu setiap proses memerlukan energi untuk melakukan proses kerja pada mesin dan kemudian terdapat energi yang harus dibuang selama pembakaran (Basyrun, dkk., 2008:25). Motor bakar dirancang untuk mengubah energi panas menjadi proses kerja, dan kinerjanya dinyatakan dalam efisiensi thermal yaitu perbandingan energi yang digunakan untuk kerja dengan energi yang masuk.



Gambar 2.8 T-s diagram pada siklus otto ideal
(Cengel dan Boles, 2005:496)

Menurut Cengel dan Boles (2005:496) siklus otto merupakan siklus tertutup yang mengabaikan setiap perubahan yang terjadi pada energi kinetik dan potensial, proses ini merupakan keseimbangan energi yang dapat dinyatakan pada sebuah unit-mass dasar, yaitu :

$$(q_{in} - q_{out}) + (w_{in} - w_{out}) = \Delta u \quad (\text{kJ/kg})$$

Tidak ada proses kerja selama dua proses perpindahan panas pada volume konstan. Oleh karena itu, perpindahan panas dapat dinyatakan :

$$q_{in} = u_3 - u_2 = c_v(T_3 - T_2)$$

dan

$$q_{out} = u_4 - u_1 = c_v(T_4 - T_1)$$

Efisiensi thermal pada siklus otto pada saat temperatur dibawah standar diasumsikan menjadi :

$$\eta_{th,Otto} = \frac{w_{net}}{q_{in}} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T_1(T_4/T_1 - 1)}{T_2(T_3/T_2 - 1)}$$

Proses 1-2 dan 3-4 bersifat isentropik, kemudian $V_2 = V_3$ dan $V_4 = V_1$, jadi

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{k-1} = \left(\frac{v_3}{v_4}\right)^{k-1} = \frac{T_4}{T_3}$$

Substitusi persamaan ini dimasukkan dalam hubungan efisiensi thermal dengan penyederhanaan :

$$\eta_{th,Otto} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}}$$

dimana

$$r = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

adalah rasio kompresi dan k adalah spesifik rasio panas C_p/C_v .

Persamaan diatas menunjukkan bahwa berdasarkan asumsi standar temperatur udara dingin, persamaan efisiensi thermal dari siklus Otto yang ideal tergantung rasio kompresi mesin dan rasio panas dari fluida yang bekerja.

Temperatur mesin harus dijaga pada kondisi ideal untuk memperoleh efisiensi thermal yang baik. Berkurangnya efisiensi termal dapat terjadi karena proses pembakaran yang terjadi tidak sempurna akibat panas mesin yang tidak ideal sehingga meningkatkan gas bekas.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 11 sampai 28 September 2019

3.1.2 Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian dilaksanakan pada :

- a. Di bengkel *Mototech* Yogyakarta melakukan pengujian performa mesin yaitu torsi dan daya sepeda motor.
- b. Di laboratorium Fisika FMIPA UNNES melakukan pengukuran kuat medan magnet.

3.2 Desain Penelitian

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode observasi dan eksperimental yaitu dengan cara pengamatan langsung serta mencatat hasil pada objek yang diamati, pada metode pengujian eksperimental yaitu dengan cara memvariasi jumlah pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi yang selanjutnya diukur nilai kuat medan magnet menggunakan alat *gaussmeter* serta pengukuran performa mesin menggunakan *dynotest*.

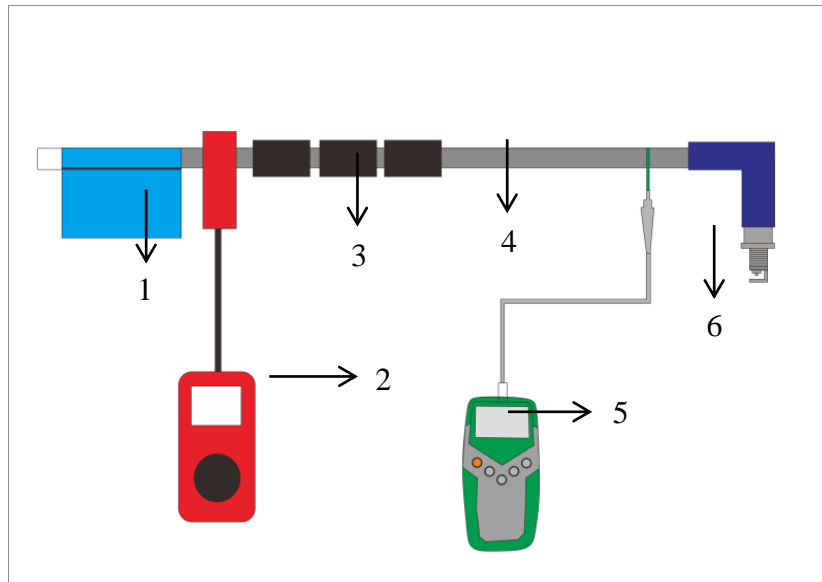
3.2.1 Skema Pengujian

- a. Skema pengujian medan magnet

Keterangan :

1. Koil
2. Multimeter/Tachometer
3. *Ferrite bead*

4. Kabel busi
5. *Gaussmeter*
6. Busi



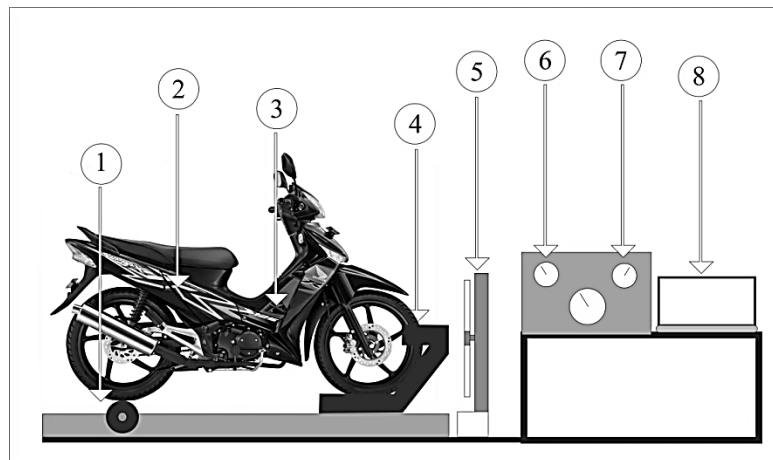
Gambar 3.1. Skema pengukuran medan magnet pada kabel busi

Pada pengukuran medan magnet, *ferrite bead* dipasang setelah koil. Pengukuran kuat medan magnet pada kabel busi setelah *ferrite bead* karena untuk menghitung besar kekuatan medan magnet yang dihasilkan setelah pemasangan *ferrite bead*. Pada penelitian ini, peneliti melakukan variasi jumlah *ferrite bead* yang dipasangkan pada kabel busi untuk mencari informasi seberapa besar pengaruh *ferrite bead* terhadap kuat medan magnet pada kabel busi. Pengukuran medan magnet dilakukan setiap putaran mesin yang dibutuhkan dalam penelitian.

Keterangan :

1. *Roller Dynamometer*
2. Sepeda motor
3. *Ferrite bead* pada kabel busi
4. Penahan motor
5. *Blower*
6. *Torsimeter*
7. *Multimeter*
8. Komputer

b. Skema pengujian torsi dan daya sepeda motor



Gambar 3.2. Skema pengujian torsi dan daya

Sepeda motor yang akan diuji dinaikkan ke alat *dynotest* dengan posisi roda belakang bertumpu pada sebuah *roller dynamometer*. Data pengujian daya dan torsi pada setiap putaran mesin akan ditampilkan pada layar monitor komputer.

3.2.2 Prosedur Penelitian

3.2.2.1 Pengujian kuat medan magnet dan performa mesin

A. Persiapan pengujian

Persiapan pengujian ini dilakukan untuk mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada proses pengujian medan magnet dan performa mesin. Alat yang digunakan adalah : *dynamometer*, *toolset*, *multimeter*, *gaussmeter*. Bahan yang akan digunakan adalah : *ferrite bead* , satu buah sepeda motor, bahan bakar pertalite.

Sebelum melakukan pengujian sepeda motor terlebih dahulu harus dilakukan *tune up* atau pemeriksaan pada oli pelumas dan beberapa

komponen yaitu busi, filter udara dan *reset* kerusakan menggunakan *Scanner*. Hal-hal yang harus dilakukan pada saat *tune up* yaitu :

- 1) Mengganti oli lama dengan yang baru dengan spesifikasi oli sesuai standar sepeda motor.
- 2) Mengganti busi dengan yang baru dan standar sesuai kebutuhan sepeda motor.
- 3) Membersihkan *filter* udara
- 4) Memeriksa kerusakan sepeda motor menggunakan alat *Scanner* dan *reset* kerusakan tersebut.

Jika pemeriksaan komponen diatas telah dilakukan maka dapat dilanjutkan pelaksanaan penelitian.

3.2.2.2 Proses Pengujian

Proses pengujian dilakukan dari pengapian standar tanpa penambahan *ferrite bead* pada kabel busi yang selanjutnya pengujian dengan penambahan *ferrite bead* pada kabel busi.

- a. Menyiapkan instrumen penelitian
- b. Mempersiapkan semua alat dan bahan
- c. Melakukan pengujian kekuatan medan magnet

Langkah-langkah :

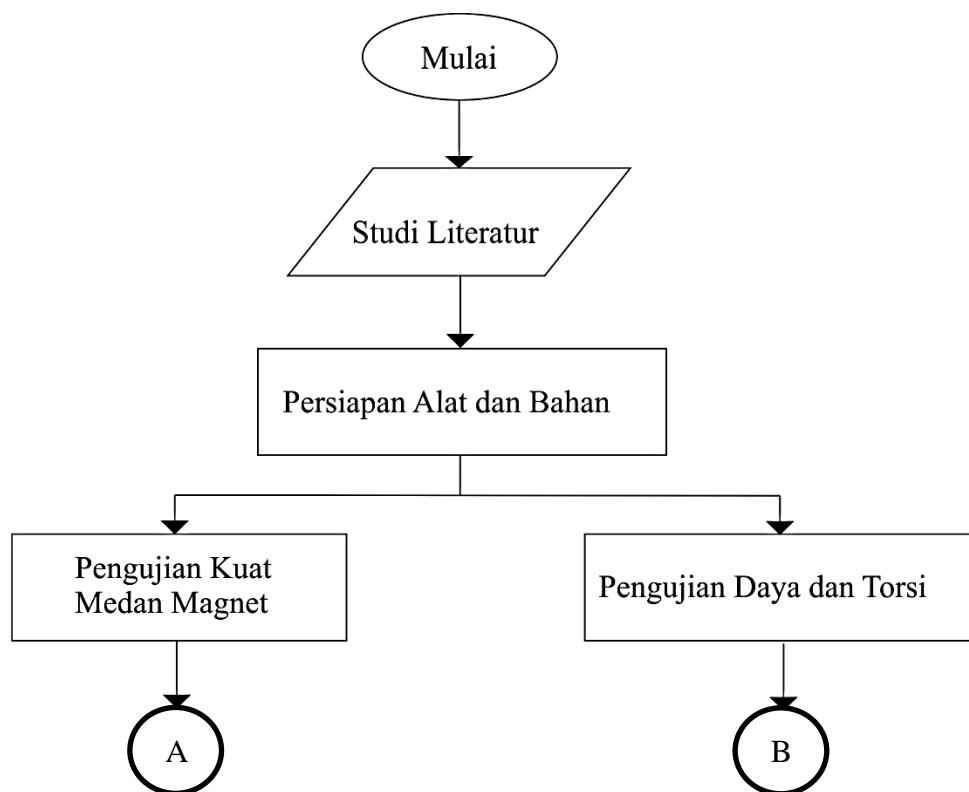
- 1) Memposisikan sepeda motor di tempat kerja.
- 2) Melepas sayap kanan motor agar pemasangan *ferrite bead* mudah.
- 3) Menghidupkan sepeda motor kurang lebih 2-3 menit agar suhu kerja mesin bekerja secara ideal.

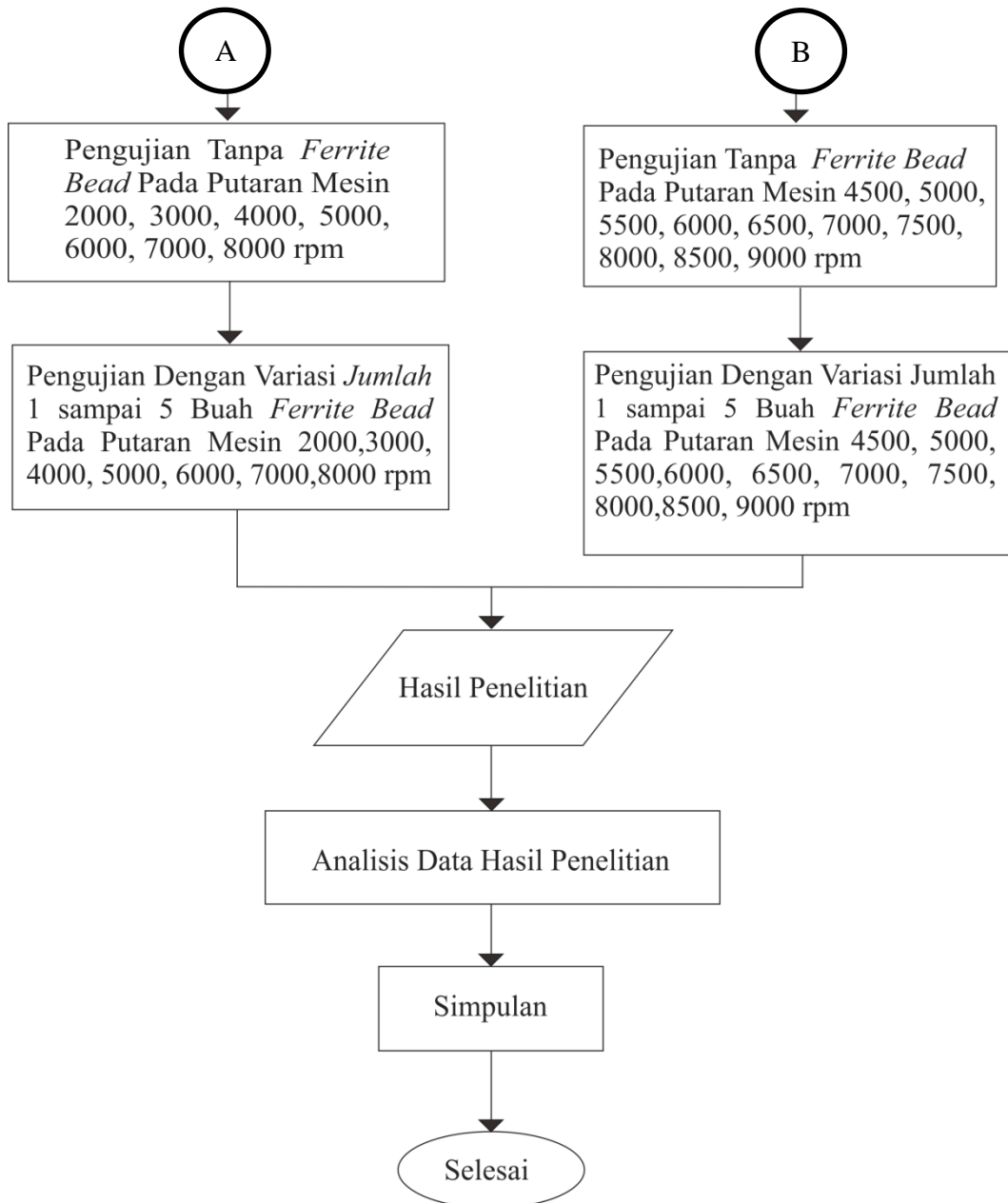
- 4) Menyiapkan alat ukur *gaussmeter* dan kemudian hidupkan *gaussmeter*.
Tempelkan *probe gaussmeter* pada kabel busi.
- 5) Menyiapkan multimeter dan pasang pada kabel busi setelah koil untuk mengecek putaran mesin.
- 6) Mengatur putaran mesin pada putaran 2000 rpm.
- 7) Mulai mengukur kuat medan magnet pada kondisi standar dan mencatat hasil kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi,
- 8) Menambahkan 1 buah *ferrite bead* pada kabel busi.
- 9) Mengatur putaran mesin pada putaran 2000 rpm.
- 10) Mencatat hasil kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi.
- 11) Menambahkan 1 buah lagi *ferrite bead* pada kabel busi.
- 12) Mengatur putaran mesin pada putaran 2000 rpm.
- 13) Mencatat hasil kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi.
- 14) Mengulangi langkah 8 sampai 13 masing-masing 3 kali hingga penambahan *ferrit bead* 5 buah.
- 15) Mengatur putaran mesin pada putaran 3000 rpm.
- 16) Mengukur kuat medan magnet pada kondisi standar dan mencatat hasil kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi,
- 17) Menambahkan 1 buah *ferrite bead* pada kabel busi.
- 18) Mengatur putaran mesin pada putaran 3000 rpm.
- 19) Mencatat hasil kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi.
- 20) Menambahkan 1 buah lagi *ferrite bead* pada kabel busi.
- 21) Mengatur putaran mesin pada putaran 3000 rpm.

- 22) Mencatat hasil kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi.
 - 23) Mengulangi langkah 17 sampai 22 masing-masing 3 kali hingga penambahan *ferrit bead* 5 buah.
 - 24) Melakukan langkah 15 sampai 23 masing-masing 3 kali percobaan dari putaran mesin 4000 hingga 8000 rpm.
 - 25) Mematikan sepeda motor dan melepaskan semua peralatan.
 - 26) Merapikan semua alat dan bahan ke kondisi semula.
- d. Melakukan pengujian performa mesin
- 1) Menyiapkan semua peralatan dan bahan.
 - 2) Melepas sayap kanan dan kiri motor agar pemasangan *ferrite bead* mudah.
 - 3) Memosisikan sepeda motor pada alat *dynotest*.
 - 4) Menghidupkan sepeda motor kurang lebih 2-3 menit agar suhu kerja mesin bekerja secara ideal.
 - 5) Menghidupkan *dynotest*.
 - 6) Memasukkan transmisi sepeda motor pada kecepatan 3.
 - 7) Mulai melakukan pengujian pada kondisi standar.
 - 8) Menarik gas sampai putaran mesin 4000 rpm secara perlahan
Setelah itu tarik secara penuh gas (sesuai intruksi mekanik).
 - 9) Melakukan pengukuran performa mesin pada kondisi standar sebanyak 3 kali..
 - 10) Matikan sepeda motor sampai suhu mesin kembali pada suhu kerja.

- 11) Menambahkan 1 buah *ferrite bead* pada kabel busi setelah melakukan pengukuran standar.
- 12) Menarik gas sampai putaran mesin 4000 rpm secara perlahan. Setelah itu tarik secara penuh gas (sesuai intruksi mekanik).
- 13) Melakukan pengukuran performa mesin pada kondisi penambahan *ferrite bead* 1 buah sebanyak 3 kali.
- 14) Matikan sepeda motor sampai suhu mesin kembali pada suhu kerja.
- 15) Melakukan langkah 11 sampai 14 sebanyak 3 kali hingga penambahan *ferrite bead* 5 buah.
- 16) Cetak hasil performa mesin dan salin pada instrumen penelitian.
- 17) Mematikan sepeda motor dan menurunkan sepeda motor dari *dynotest*.

3.2.2.3 Diagram alir pelaksanaan penelitian





Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Dalam melakukan penelitian digunakan alat yang sesuai dengan tujuan penelitian, semua alat dan bahan akan dijelaskan sebagai berikut :

a. *Dynotest*

Alat ini sebagai *roller* pada ban belakang sepeda motor untuk mencari nilai daya dan torsi mesin. Berikut spesifikasi *dynotest* yang akan digunakan :

Tabel 3.1. Spesifikasi *dynotest*

Klasifikasi	Spesifikasi
Merek	<i>Sportdyno V3.3</i>
<i>Roller Inertia</i>	1.446
<i>Correction Factor</i>	ISO 1585
Dimensi (p x l x t)	2110 x 1000 x 800 mm
Berat	400 kg
<i>Wheelbase</i>	2110 x 1000 x 800 mm
Daya maksimum	200 hp (147kW)
Kecepatan maksimum	300 km/h
Beban maksimum	450 kg

b. *Gaussmeter / Teslameter*

Gaussmeter/Teslameter digunakan untuk mengukur kuat medan magnet yang ada pada kabel busi.



Gambar 3.4. *Gaussmeter*

Tabel 3.2 Spesifikasi

Klasifikasi	Spesifikasi
<i>Merk</i>	TD8620
<i>Scope</i>	<i>Maximum calibration field</i> 2400 mT, 24 kilogauss
<i>Resolution</i>	10 μ T
<i>Accuracy</i>	0-1000 mT : $\pm 2\%$ 1000 mT-2400 mT : 5%
<i>Display</i>	4 digit (in Decimal)
<i>Dimensions</i>	160 mm x 80 mm x 32 mm
<i>Power</i>	<i>Stud-snap Battery Operated ;one section of 9 V battery</i>
<i>Hall Probe</i>	<i>Transverse probe, with 1 m cable</i>

(TD8620 Handheld Digital TeslaMeter)

c. Multimeter

Multimeter digunakan untuk menghitung putaran mesin. Untuk menghitung putaran mesin selektor harus dipindahkan di RPM.



Gambar 3.5. Multimeter

Tabel 3.3. Spesifikasi Multimeter

Klasifikasi	Spesifikasi
<i>Type</i>	<i>Digital Multimeter KW06-276</i>
<i>DC Voltage (V)</i>	326m, 3.26, 32.6, 326, 1000 $\hat{A}\pm(0.5\% \hat{A}\pm 2d)$
<i>AC Voltage (V)</i>	3.26, 32.6, 750 $\hat{A}\pm (1.2 \hat{A}\pm 4d)$
<i>DC Current (A)</i>	326 μ , 3260 μ , 32.6 m, 326 m, 10 $\hat{A}\pm (1.2\% \hat{A}\pm 3d)$
<i>AV Current (A)</i>	326 μ , 3260 μ , 32.6 m, 326 m, 10 $\hat{A}\pm (1.5\% \hat{A}\pm 5d)$
<i>Resistance (Ohm)</i>	326, 3.26 K, 32.6 K, 326 K, 3.26 M, 32.6 M

	$\hat{\Delta} \pm (2.0\% \hat{\Delta} \pm 4d)$
<i>RPM (Tach) (rpm)</i>	600~320; 6000~12000 (x10) $\hat{\Delta} \pm (2.0\% \hat{\Delta} \pm 4d)$
<i>Dwell Angle</i>	3 CYL to 0-120.0 $\hat{\Delta}^\circ$, 4 CYL to 0-902.0 $\hat{\Delta}^\circ$, 5 CYL to 0-72.0 $\hat{\Delta}^\circ$, 6 CYL to 60.0 $\hat{\Delta}^\circ$, 8 CYL to 0-45.0 $\hat{\Delta}^\circ$ $\hat{\Delta} \pm (2.0\% \hat{\Delta} \pm 4d)$
<i>Temperature ($\hat{\Delta}^\circ$. C/ $\hat{\Delta}^\circ$.F)</i>	-20~320/-20~750 -4~320/-4~1400 $\hat{\Delta} \pm (3.0\% \hat{\Delta} \pm 2\hat{\Delta}^\circ\text{C}) < \text{li}> \hat{\Delta} \pm (3.0\% \hat{\Delta} \pm 3\hat{\Delta}^\circ\text{F})$

(krisbow.com)

d. Toolset

Toolset adalah seperangkat peralatan bengkel untuk membongkar dan memasang komponen.



Gambar 3.6. *Toolset*
(Jennymhaineslpc.com)

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan penelitian dijelaskan sebagai berikut :

a. Motor Supra X 125 PGM-FI



Gambar 3.7. Sepeda Motor Supra X 125 PGM-FI

Sepeda motor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda motor Supra X 125 PGM FI, dengan spesifikasi mesin sebagai berikut :

Tabel 3.4. Spesifikasi Motor Supra X 125 PGM-FI

Klasifikasi	Spesifikasi
Tipe Mesin	4 langkah, SOHC, Silinder Tunggal
Kapasitas Mesin	124,89 cc
Sistem Bahan Bakar	PGM-FI (<i>Programmed Fuel Injection</i>)
Diameter x Langkah	52,4 mm x 57,9 mm
Rasio Kompresi	9,3 : 1
Sistem Pengapian	CDI-DC
Daya Maksimum	7,40 KW (10,1 PS) / 8000 rpm
Torsi Maksimum	9,30 Nm (0,95 kgf.m) / 4000 rpm

(astra-honda.com)

b. Ferrite bead



Gambar 3.8. *Ferrite bead*

Ferrite bead adalah bahan utama dalam penelitian ini. *Ferrite bead* ini berfungsi untuk meminimalisir interferensi elektromagnetik yang dapat mengganggu penurunan fungsi alat sistem kelistrikan terutama pada kabel busi.

Tabel 3.5. Spesifikasi *Ferrite bead*

Klasifikasi	Spesifikasi
Merk	Magnet TDK <i>Ferrite</i>
Modul	ZCAT2035-0930
Diameter	9 mm

c. Bahan bakar pertalite

Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertalite dengan menyesuaikan spesifikasi kompresi mesin sepeda motor yang digunakan.

Tabel 3.6 Spesifikasi bahan bakar pertalite

Klasifikasi	Spesifikasi
<i>Specific gravity</i>	0,77
<i>Heat of Vaporization</i>	343 kl/kg
<i>Laminar burning velocity</i>	0,5 m/s pada $\lambda=1$
<i>Lower heating value</i>	43,84 MJ/kg
<i>Research Octane Number</i>	90,00

(Gurnito dan Sudarmanta, 2016: 2)

3.4 Parameter Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Sugiyono (2015:39) menyimpulkan “variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependent (terikat)”. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi jumlah *ferrite bead*.

3.4.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Sugiyono (2015:39) menyimpulkan “variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas”. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kuat medan magnet pada kabel busi, daya dan torsi mesin.

3.4.3 Variabel Kontrol

Sugiyono (2015:41) menyatakan bahwa variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat tetap sehingga hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Beberapa

variabel kontrol yang digunakan pada penelitian ini yaitu *tune up* sebelum penelitian, bahan bakar menggunakan pertalite, busi standar dengan celah 0,7 mm, temperatur mesin 80-90° C, dan putaran mesin dengan variasi 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 dan 8000 rpm.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Kuat Medan Magnet

Penelitian mengenai kekuatan medan magnet akan dilakukan menggunakan alat ukur *gaussmeter*. Hasil dari penelitian dituliskan pada tabel berikut :

Tabel 3.7. Kuat medan magnet yang dihasilkan oleh kabel busi

Putaran mesin (rpm)	Percobaan	Kuat medan magnet (Gauss)					Tanpa ferrite bead
		Jumlah ferrite bead					
		1	2	3	4	5	
2000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
3000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
4000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
5000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
6000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
7000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						

Rata-rata	
8000	1
	2
	3
Rata-rata	

3.5.2 Performa Mesin

Penelitian mengenai performa mesin akan menggunakan alat *dynotest*. Hasil yang diperoleh kemudian diambil torsi dan daya yang sesuai dengan putaran mesin yang diinginkan. Selanjutnya hasil dari torsi dan daya akan dituliskan dalam tabel berikut :

Tabel 3.8. Data hasil Torsi

Putaran mesin (rpm)	Percobaan	Torsi (Nm)					Tanpa ferrite bead
		Jumlah <i>ferrite bead</i>					
		1	2	3	4	5	
4500	1						
	2						
	3						
Rata-rata							
5000	1						
	2						
	3						
Rata-rata							
5500	1						
	2						
	3						
Rata-rata							
6000	1						
	2						
	3						
Rata-rata							
6500	1						
	2						
	3						
Rata-rata							
7000	1						
	2						

	3
	Rata-rata
7500	1
	2
	3
	Rata-rata
8000	1
	2
	3
	Rata-rata
8500	1
	2
	3
	Rata-rata
9000	1
	2
	3
	Rata-rata

Tabel 3.9. Data hasil Daya

Putaran mesin (rpm)	Percobaan	Daya (HP)					Tanpa ferrite bead
		Jumlah <i>ferrite bead</i>					
		1	2	3	4	5	
4500	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
5000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
5500	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
6000	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						
6500	1						
	2						
	3						
	Rata-rata						

7000	1
	2
	3
	Rata-rata
7500	1
	2
	3
	Rata-rata
8000	1
	2
	3
	Rata-rata
8500	1
	2
	3
	Rata-rata
9000	1
	2
	3
	Rata-rata

3.6 Kalibrasi Instrumen

Instrumen penelitian digunakan untuk mengukur variabel penelitian, jadi jumlah instrumen penelitian tergantung dengan jumlah variabel penelitian yang ada (Sugiyono, 2015:92). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah alat ukur untuk mengukur daya dan torsi serta kekuatan medan magnet.

1. Kalibrasi *Gaussmeter TD 8620*

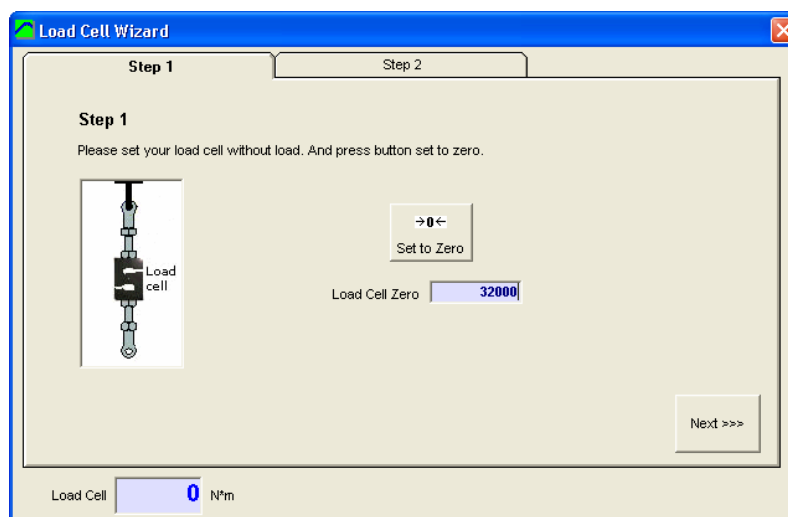
Sebelum melakukan pengukuran maka perlu adanya pengkalibrasian alat ukur untuk alat *gaussmeter TD 8620* yaitu tempatkan *probe* pada daerah medan-nol sehingga *probe* terlindung dari medan magnet bumi dan medan liar lainnya.

2. Kalibrasi *Dynotest v3.4*

Menurut manual book Sportdyno v3.4 bahwa jendela tampilan load cell wizard memudahkan untuk melakukan kalibrasi pada dynamometer dengan dibagi menjadi dua langkah yaitu :

a) *Load Cell zeroing*

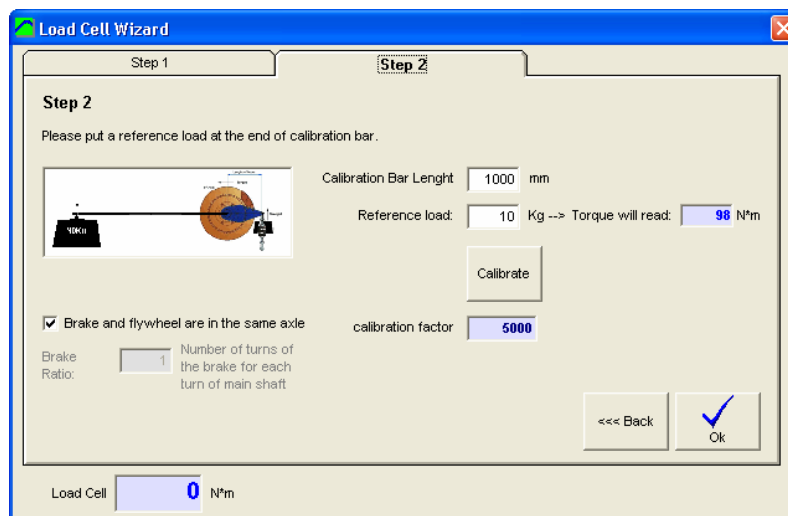
Ketika telah di jendela *load cell wizard* kemudian tekan tombol “set to zero” dan dan periksa nilai pada “load cell zero” pastikan antara 30.000 dan 33.000, jika tidak mencapai diantara angka tersebut dimungkinkan terdapat masalah pada instalasi kabel (*Manual Book Sportdyno V.3.4, 2019*).



Gambar 3.9. Tampilan *Load Cell zeroing*
(*Manual Book Dynotest V3.4*)

b) *Load Cell Scale*

Dengan beban terpasang pada rem dan bilah kalibrasi terpasang pada rem, bobot kalibrasi juga diatur diakhir bilah kalibrasi, masukan nilai yang dikehendaki kemudian tekan tombol “calibrate”, selanjutnya periksa angka yang tercetak biru (N*m) sesuai dengan angka “torque will read” (*Manual Book Sportdyno V3.4, 2019*).



Gambar 3.10. Tampilan *load cell scale*
(*Manual Book Sportdyno V3.4*)

Direkomendasikan bahwa bilah kalibrasi diseimbangkan dengan bobot penyeimbang di sisi rem yang lain sebelum menempatkan bobot kalibrasi, untuk menyelesaikan kalibrasi maka tekan tombol “OK” (*Manual Book Sportdyno V3.4*, 2019:30).

3.7 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data statistik deskriptif, yaitu analisis data dengan cara mendiskripsikan data-data yang terkumpul sebagaimana adanya tanpa maksud membuat simpulan yang umum dari hasil penelitian (Sugiyono, 2015:147). Data yang diperoleh dari penelitian akan dibuat tabel kemudian diubah kedalam bentuk grafik yang selanjutnya akan dianalisis dan ditarik simpulan mengenai pengaruh jumlah *ferrite bead* terhadap kuat medan magnet kabel busi dan performa mesin.

Untuk pembuktian pengukuran daya mesin, satuan nilai daya harus dikonversi menjadi kW yaitu dengan mengkalikan nilai daya dengan 0,7457.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Berikut adalah data hasil penelitian uji medan magnet pada kabel busi dan performa mesin. Pengujian performa mesin meliputi daya dan torsi. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Honda Supra X 125 PGM-FI berbahan bakar pertalite yang diberi tambahan *ignition booster* berupa *ferrite bead* pada kabel busi.

4.1.1 Kuat Medan Magnet

Pengujian medan magnet dilakukan dengan variasi putaran 2000 rpm sampai 8000 rpm, dimana setiap putaran mesin dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dan diambil rata-rata. Satuan dari kuat medan magnet tersebut yaitu Gauss. Berikut adalah data hasil pengujian medan magnet pada kabel busi :

Tabel 4.1 Hasil pengukuran kuat medan magnet

Putaran Mesin (rpm)	Kuat Medan Magnet (Gauss)					
	standar	Jumlah <i>ferrite bead</i>				
		1	2	3	4	5
2000	6,2	4,7	4,5	4,1	2,8	2,1
3000	4,9	3,9	2,3	2,1	1,8	1,5
4000	4,3	4,0	3,7	3,2	2,7	1,2
5000	4,2	2,6	2,0	1,4	1,0	0,9
6000	2,3	2,2	1,7	0,6	0,6	0,3
7000	4,0	3,8	3,4	1,2	1,0	0,5
8000	3,2	2,9	1,9	1,6	1,3	0,4
Rata-rata	4,1	3,4	2,8	2,0	1,6	1,0

Tabel 4.1 menunjukkan terdapat perbedaan nilai kuat medan magnet terjadi di setiap putaran mesin dan jumlah *ferrite bead*. Nilai medan magnet yang paling tinggi pada saat pengapian standar atau tanpa *ferrite bead* yaitu dengan nilai rata-rata 4,1 gauss dan nilai yang paling rendah dengan pemasangan *ferrite bead* 5 buah pada kabel busi yaitu 1,0 gauss.

4.1.2 Performa Mesin

Pengujian performa mesin sepeda motor dilakukan di bengkel *Mototech* Yogyakarta dan hanya mengambil sampel pengujian torsi dan daya.

a. Torsi

Tabel 4.2 Hasil pengukuran torsi mesin

RPM	Torsi (N.m)					
	Jumlah <i>Ferrite Bead</i>					
	Standar	1	2	3	4	5
4500	7,4	7,9	8,9	9,7	9,0	10,1
5000	8,7	10,0	10,0	10,5	10,3	10,5
5500	8,7	10,2	10,3	10,8	10,6	10,8
6000	9,2	10,1	10,2	10,7	10,5	10,6
6500	9,3	9,8	10,0	10,3	10,3	10,3
7000	9,0	9,3	9,5	9,8	9,8	9,8
7500	8,8	8,6	8,8	9,0	9,1	9,1
8000	8,0	7,8	8,0	8,2	8,2	8,2
8500	7,2	6,9	7,1	7,2	7,3	7,3
9000	6,3	6,1	6,3	6,3	6,6	6,6
Rata-Rata	8,3	8,7	8,9	9,3	9,2	9,3

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi mempengaruhi besar torsi yang dihasilkan oleh mesin. Torsi paling besar dihasilkan oleh pemasangan jumlah *ferrite bead* 3 dan 5 buah pada putaran mesin 5500 rpm dan paling rendah oleh pengapian standar pada putaran mesin 9000

rpm. Rata-rata hasil torsi yang paling rendah pada kondisi standar dan yang paling tinggi pada pemasangan *ferrite bead* 3 dan 5 buah.

b. Daya

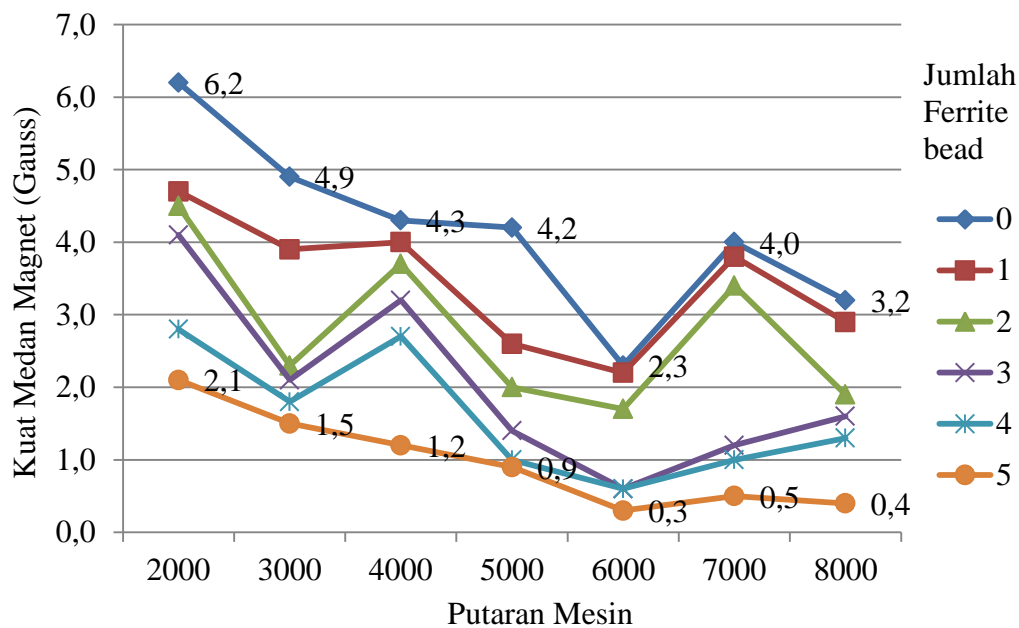
Tabel 4.3 Hasil pengukuran daya mesin

Putaran Mesin (rpm)	Daya					
	Jumlah Ferrite Berad					
	Standar	1	2	3	4	5
4500	4,7	5,1	5,7	6,1	5,7	6,5
5000	6,0	7,1	7,1	7,4	7,3	7,4
5500	7,4	7,9	8,0	8,4	8,3	8,3
6000	8,2	8,6	8,7	9,1	8,9	9,0
6500	8,8	9,0	9,1	9,5	9,4	9,5
7000	9,0	9,2	9,4	9,7	9,7	9,7
7500	9,0	9,2	9,4	9,5	9,6	9,6
8000	8,6	8,9	9,1	9,3	9,3	9,3
8500	8,1	8,4	8,6	8,7	8,8	8,8
9000	7,4	7,8	8,0	8,0	8,4	8,4
Rata-Rata	7,7	8,1	8,3	8,6	8,5	8,6

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi mempengaruhi besar daya yang dihasilkan oleh mesin. Daya paling besar dihasilkan oleh pemasangan jumlah *ferrite bead* 3,4, dan 5 buah pada putaran mesin 7000 rpm dan paling rendah oleh pengapian standar pada putaran mesin 4500 rpm. Rata-rata hasil daya yang paling rendah pada kondisi standar dan yang paling tinggi pada pemasangan *ferrite bead* 3 dan 5 buah.

4.2 Analisis Data

Hasil pengujian kuat medan magnet menunjukkan adanya penurunan kuat medan magnet pada kabel busi setelah pemasangan *ferrite bead*.



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Kuat Medan Magnet

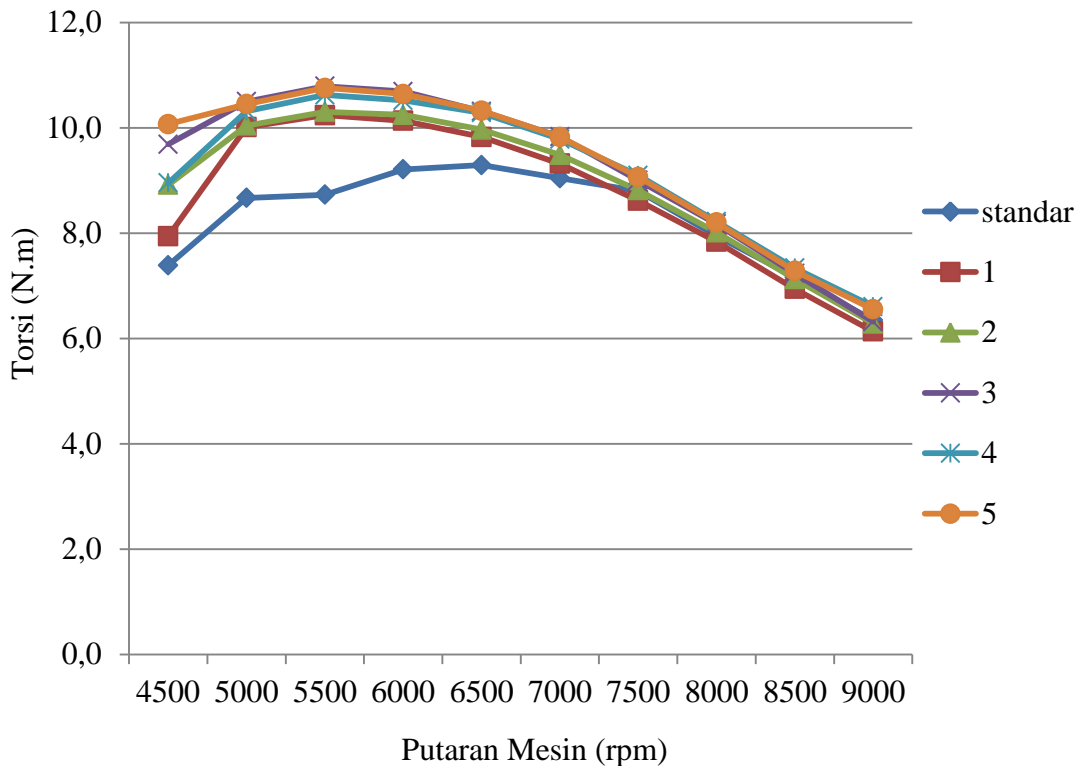
Pada putaran 2000 rpm yang dihasilkan oleh pemasangan *ferrite bead* 5 buah merupakan besar kuat medan magnet yang paling rendah yaitu 2,1 gauss dengan penurunan sebesar 66% dibanding pengapian standar atau tanpa *ferrite bead* . Pada putaran 3000 rpm yang dihasilkan oleh pemasangan *ferrite bead* 5 buah merupakan besar kuat medan magnet yang paling rendah yaitu 1,5 gauss dengan penurunan sebesar 69,4 % dibanding kuat medan magnet pengapian standar. Pada putaran mesin 4000 rpm yang dihasilkan oleh pemasangan ferrite 5 buah merupakan besar kuat medan magnet yang paling rendah yaitu sebesar 1,2 gauss dengan penurunan sebesar 72% dibanding kuat medan magnet pengapian standar. Pada putaran mesin 5000 rpm yang dihasilkan oleh pemasangan *ferrite bead* 5 buah merupakan besar kuat medan magnet yang paling rendah yaitu 0,9 gauss dengan penurunan sebesar 78,6% dibanding kuat medan magnet pengapian standar. Pada putaran mesin 6000 rpm yang dihasilkan oleh pemasangan *ferrite*

bead 5 buah merupakan besar kuat medan magnet yang paling rendah yaitu 0,3 gauss dengan penurunan sebesar 87% dibanding kuat medan magnet pengapian standar. Pada putaran mesin 7000 rpm yang dihasilkan oleh pemasangan *ferrite bead* 5 buah merupakan besar kuat medan magnet yang paling rendah yaitu 0,5 gauss dengan penurunan sebesar 87,5% dibanding kuat medan magnet pengapian standar. Pada putaran mesin 8000 rpm yang dihasilkan oleh pemasangan *ferrite bead* 5 buah merupakan besar kuat medan magnet yang paling rendah yaitu 0,4 gauss dengan penurunan sebesar 87,5% dibanding kuat medan magnet pengapian standar. Berdasarkan grafik 4.1 kuat medan magnet yang paling rendah ada pada putaran mesin 6000 dengan pemasangan 5 buah *ferrite bead* pada kabel busi dengan nilai 0,3 gauss.

Hasil pengukuran performa sepeda motor meliputi torsi dan daya, pemasangan *ferrite bead* dapat mempengaruhi besar torsi yang ditunjukkan oleh peningkatan torsi pada grafik.

Sistem pengapian standar menghasilkan rata-rata torsi sebesar 8,3 Nm, setelah ditambahkan 1 buah *ferrite bead* pada kabel busi terjadi peningkatan rata-rata torsi yaitu 8,7 N.m atau sebesar 4,8% dari torsi standar. Pada saat pemasangan *ferrite bead* 2 buah menghasilkan rata-rata torsi sebesar 8,9 N.m atau peningkatan sebesar 7,2% dari nilai torsi rata-rata pengapian standar. Pada saat pemasangan *ferrite bead* 3 buah menghasilkan rata-rata torsi sebesar 9,3 N.m atau terjadi peningkatan 12% dari nilai torsi rata-rata pengapian standar. Pada saat pemasangan *ferrite bead* 4 buah menghasilkan rata-rata torsi sebesar 9,2 N.m atau peningkatan sebesar 11% dari rata-rata pengapian standar. Pada saat

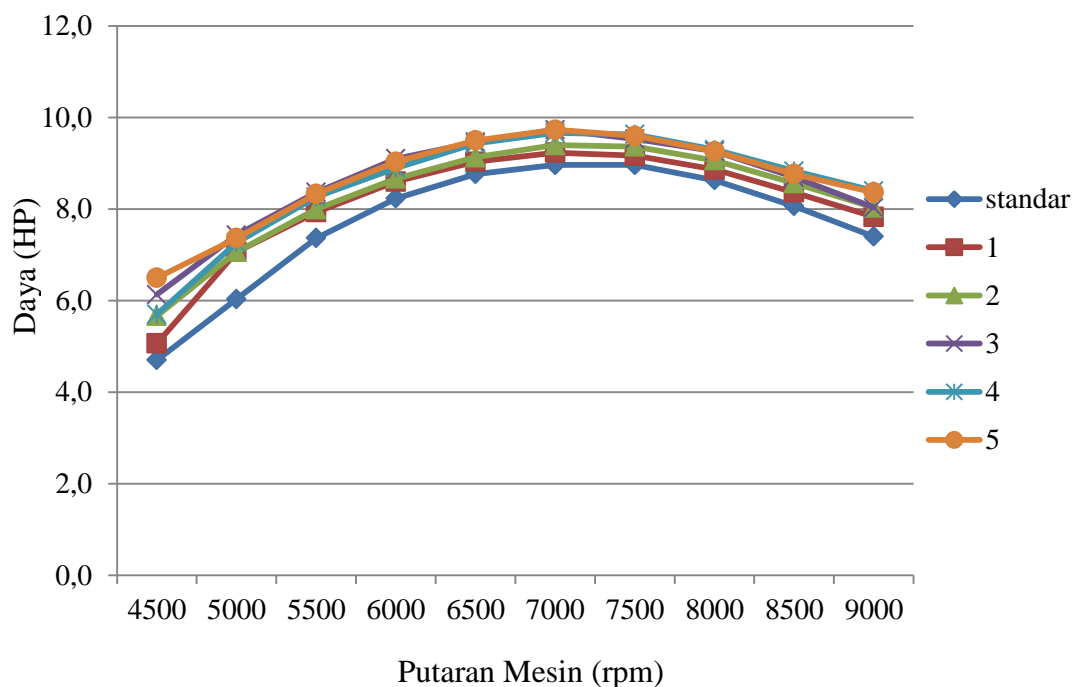
pemasangan *ferrite bead* 5 buah menghasilkan rata-rata torsi sebesar 9,3 N.m atau terjadi peningkatan 12% dari nilai torsi rata-rata pengapian standar.



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Torsi Sepeda Motor

Torsi tertinggi terdapat pada putaran mesin 5500 dengan pemasangan *ferrite bead* 3 dan 5 buah dengan besar torsi 10,8 N.m dan terendah terdapat pada putaran mesin 9000 rpm tanpa pemasangan *ferrite bead* 1 buah dengan besar torsi 6,1 N.m.

Performa mesin selain torsi yaitu daya, daya yang dihasilkan juga meningkat. Berdasarkan grafik diatas terdapat peningkatan daya dengan adanya pemasangan *ferrite bead* dibanding pengapian standar.



Gambar 4.3 Grafik pengujian daya Mesin

Saat pengapian standar atau tanpa *ferrite bead* rata-rata daya yang dihasilkan yaitu 7,7 HP. Pada saat kabel busi dipasangkan *ferrite bead* 1 buah rata-rata daya yang dihasilkan menjadi 8,1 HP atau mengalami peningkatan sebesar 5,2% dari rata-rata daya pengapian standar. Pada saat kabel busi dipasangkan *ferrite bead* 2 buah rata-rata daya yang dihasilkan menjadi 8,3 HP atau mengalami peningkatan sebesar 7,8% dari rata-rata daya pengapian standar. Pada saat kabel busi dipasangkan *ferrite bead* 3 buah rata-rata daya yang dihasilkan menjadi 8,6 HP atau mengalami peningkatan sebesar 11,7% dari rata-rata daya pengapian standar. Pada saat kabel busi dipasangkan *ferrite bead* 4 buah rata-rata daya yang dihasilkan menjadi 8,5 HP atau mengalami peningkatan sebesar 10,4% dari rata-rata daya pengapian standar. Pada saat kabel busi dipasangkan *ferrite bead* 5 buah rata-rata daya yang dihasilkan menjadi 8,6 HP atau mengalami peningkatan sebesar 11,7% dari rata-rata daya pengapian standar.

4.3 Pembahasan

Pembakaran pada mesin bensin tidak terjadi dengan sendirinya, namun diperlukan bunga api yang dihasilkan oleh busi untuk membakar campuran bahan bakar yang telah mencapai rasio kompresi, temperatur dan tekanan tertentu sehingga terjadi reaksi pembakaran yang menghasilkan tenaga, mekanisme ini disebut pengapian (Rosid,2016:88). Pengapian pada mesin bensin sangat berpengaruh pada daya yang dihasilkan, karena proses pembakaran mesin bensin terjadi pada ruang bakar (*combustion chamber*) maka apabila pembakaran terjadi secara sempurna maka akan menghasilkan daya yang lebih optimal (Badrawada, 2008:221). Teori yang dijelaskan oleh Rosid dan Badrawada dapat disimpulkan bahwa motor bensin memerlukan sistem pengapian untuk proses pembakaran. Sistem pengapian yang dipakai pada mesin bensin berpengaruh pada daya yang dihasilkan maka faktor yang mempengaruhi pengapian perlu dikembangkan. Salah satu komponen pada sistem pengapian yaitu kabel busi, pada kabel busi yang dialiri arus tegangan tinggi menghasilkan medan elektromagnetik yang berpengaruh pada performa pengapian. Medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh arus tegangan tinggi kabel busi mengakibatkan kerusakan percikan api pada ujung elektroda busi sehingga menyebabkan menurunnya puncak pembakaran dan tenaga yang dihasilkan tidak optimal . Salah satu cara untuk meminimalisir medan elektromagnetik pada kabel busi yaitu dengan menggunakan *ignition booster*. *Ignition booster* merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas pengapian dengan cara memfokuskan arus tegangan tinggi sehingga bunga api yang dihasilkan oleh busi lebih besar (Romadoni, dkk., 2012). Salah

satu *ignition booster* adalah *ferrite bead* , *ferrite bead* merupakan senyawa keramik yang terbuat dari bubuk besi oksida (*iron powder*) yang memiliki resistivitas listrik tinggi sehingga dapat meminimalisir interferensi elektromagnetik yang dapat mengganggu komponen sistem pengapian.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan perbedaan nilai kuat medan magnet pada kabel busi setelah memvariasi jumlah *ferrite bead* sebesar 5 buah yang dipasangkan pada kabel busi dan memvariasi putaran mesin. Kuat medan magnet yang dihasilkan kabel busi setelah pemasangan *ferrite bead* terjadi penurunan, semakin banyak *ferrite bead* yang dipasang semakin kecil kuat medan magnet yang dihasilkan. Besar kuat medan magnet kabel busi pada kondisi standar menghasilkan nilai kuat medan magnet yang besar dan setelah adanya pemasangan *ferrite bead* nilai kuat medan magnet kabel busi menurun. Salah satu contoh yaitu pada putaran mesin 2000 rpm, pada saat kondisi standar nilai kuat medan magnet kabel busi sebesar 6,2 gauss dan pada saat dipasangkan 5 buah *ferrite bead* nilai kuat medan kabel busi menjadi 2,1 gauss. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Khabiburrahman, dkk.(2017:177) dimana peneliti meneliti pengaruh *ignition booster* berupa variasi bahan dan jumlah lilitan *groundstrap* terhadap kuat medan magnet, *groundstrap* berbahan tembaga dengan jumlah lilitan 250 dapat menghasilkan nilai kuat medan magnet yang paling rendah dibanding kondisi standar dan *groundstrap* berbahan aluminium, dimana rata-rata penurunan medan magnet tersebut sebesar 86,57% atau 15,67 gauss dari rata-rata nilai kuat medan magnet yang dihasilkan tanpa menggunakan *groundstrap* atau standar. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa

semakin banyak jumlah lilitan maka semakin rendah nilai kuat medan magnet yang dihasilkan. Penurunan kuat medan magnet dapat terjadi terjadi karena *ferrite bead* dapat mengarahkan fluks magnet yang ada pada kabel busi dan dorongan fluks magnetik ke arah luar isolator dapat diminimalisir sehingga arus tegangan tinggi yang mengarah ke busi akan lebih fokus yang membuat bunga api busi menyala lebih besar.

Bunga api yang besar akan mempengaruhi proses pembakaran sehingga pembakaran lebih sempurna yang menyebabkan torsi dan daya meningkat. Torsi merupakan kemampuan penghasil tenaga pada suatu mesin untuk merubah kecepatan suatu mesin (Wiratmaja, 2010:20). Penelitian ini, torsi mesin yang dihasilkanpun setelah menambahkan *ferrite bead* pada kabel busi mengalami peningkatan, torsi mesin pada kondisi standar nilainya lebih rendah daripada torsi mesin dengan penambahan *ferrite bead* pada kabel busi. Torsi tertinggi didapat pada pemasangan *ferrite bead* 3 dan 5 buah pada putaran mesin 5500 rpm dengan nilai torsi 10,8 N.m yang mengalami kenaikan sebesar 2,1 N.m atau 24% dari kondisi standar tanpa pemasangan *ferrite bead* . Hasil penelitian tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Isnadi, dkk (2014: 6) menggunakan *ignition booster* berupa *groundstrap*, torsi maksimal yang dihasilkan dari pengapian standar 8,56 Nm, torsi maksimal yang dihasilkan setelah pemasangan *groundsratp* dengan diameter lilitan 0,25 mm dan 0,4 mm sebesar 8,89 Nm, jadi terjadi peningkatan 4,6% dari kondisi standar. Pada kisaran putaran mesin tersebut dimungkinkan pemasukan bahan bakar optimal, efisiensi volumetrik dan pengapian yang optimal, sehingga gaya dorong piston yang

dihasilkan oleh proses pembakaran akan lebih besar sehingga torsi yang dihasilkan lebih optimal. Pada putaran mesin 4500 rpm sampai 5500 rpm, putaran mesin naik karena juga pengaruh efisiensi volumetrik. Pada saat putaran rendah, katup gas menghambat aliran udara masuk ke intake manifold akibatnya tekanan pada intake manifold menjadi lebih rendah dibanding tekanan udara di lingkungan sehingga piston harus menciptakan tekanan ruang bakar yang lebih rendah dibanding tekanan pada *intake manifold* yang menyebabkan udara yang terhisap masuk hanya sedikit dan efisiensi volumetrik yang diperoleh rendah, namun pada saat katup gas dibuka lebih lebar maka hambatan dan kevakuman udara yang masuk ke *intake manifold* lebih kecil sehingga akan diperoleh efisiensi volumetrik yang semakin tinggi menyebabkan gaya dorong dan torsi meningkat, hal tersebut berlaku sampai dengan putaran mesin 5500 rpm pada penelitian ini, namun pada saat katup gas sudah terbuka penuh menyebabkan tekanan udara di *intake manifold* dan ruang bakar relatif sama sehingga katup akan menghisap udara dalam waktu yang sangat singkat dan menyebabkan efisiensi volumetrik serta torsi akan ikut menurun seiring bertambahnya putaran mesin (Wahyudi dan Soewono, 2019: 21).

Pemasangan *ignition booster* ini mempengaruhi besarnya api untuk melakukan proses pembakaran, jadi pada putaran mesin tersebut gaya dorong yang dihasilkan akan lebih besar daripada kondisi standar. Pengapian yang dihasilkan lebih stabil dan optimal karena kuat medan magnet yang dihasilkan menurun sehingga arus tegangan tinggi lebih fokus mengalir pada kabel busi yang

menyebabkan percikan bunga api busi lebih besar sehingga pembakaran di dalam ruang bakar menghasilkan tenaga yang lebih besar.

Torsi yang telah dihasilkan akan mempengaruhi besar daya dari suatu mesin. Daya yang dihasilkan setelah menambahkan *ferrite bead* pada kabel busi mengalami peningkatan, daya mesin pada kondisi standar nilainya lebih rendah daripada daya mesin dengan penambahan *ferrite* pada kabel busi. Daya tertinggi didapat pada putaran mesin 7000 rpm dengan pemasangan *ferrite bead* 3,4 dan 5 buah sebesar 9,7 HP yang mengalami kenaikan sebesar 0,7 HP atau 7,8% dari kondisi standar tanpa pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi. Sedangkan nilai terendah didapatkan dari kabel busi standar pada putaran mesin 4500 rpm dengan nilai daya 4,7 HP. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Fadoli,dkk. (2012:7), menjelaskan bahwa daya maksimal yang dihasilkan pada saat kondisi standar pada putaran mesin 2200 rpm sebesar 26,58 kW dan setelah dipasangkan *ignition booster* menjadi 27,85 kW atau mengalami kenaikan daya maksimal sebesar 4,61% dari kondisi pengapian standar.

Nilai daya dapat mengalami peningkatan karena dengan pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi kuat medan magnet yang dihasilkan menurun sehingga arus tegangan tinggi lebih fokus mengalir pada kabel busi yang menyebabkan percikan bunga api busi lebih besar sehingga pembakaran di dalam ruang bakar menghasilkan tenaga yang lebih besar dan nilai daya yang lebih optimal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kuat medan magnet kabel busi yang dihasilkan setelah pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi mengalami penurunan. Nilai kuat medan magnet terendah sebesar 0,3 gauss didapatkan pada putaran mesin 6000 rpm oleh pemasangan *ferrite bead* 5 buah, dan pada putaran mesin tersebut kondisi pengapian standar nilai medan magnetnya sebesar 2,3 gauss, jadi terjadi penurunan sebesar 87%.
2. Torsi mesin yang dihasilkan mengalami peningkatan setelah pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi. Nilai rata-rata torsi terendah pada saat sistem pengapian standar menghasilkan rata-rata torsi sebesar 8,3 Nm, nilai rata-rata torsi tertinggi pada saat pemasangan *ferrite bead* 3 dan 5 buah menghasilkan rata-rata torsi sebesar 9,3 Nm atau terjadi peningkatan 12% dari nilai torsi rata-rata pengapian standar.
3. Daya mesin yang dihasilkan mengalami peningkatan setelah pemasangan *ferrite bead* pada kabel busi. Nilai rata-rata daya terendah pada saat pengapian standar atau tanpa *ferrite bead* rata-rata daya yang dihasilkan yaitu 7,7 HP, nilai rata-rata daya tertinggi pada saat kabel busi dipasangkan *ferrite bead* 3 dan 5 buah daya yang dihasilkan menjadi 8,6 HP atau mengalami peningkatan sebesar 11,7% dari rata-rata daya pengapian standar.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk meminimalisir gangguan elektromagnetik pada kabel busi tambahkan *ferrite bead* pada kabel busi sehingga arus tegangan tinggi lebih fokus ke busi dan memperoleh bunga api yang lebih optimal.
2. Untuk meningkatkan nilai gaya dorong piston oleh proses pembakaran, tambahkan *ferrite bead* pada kabel busi untuk memperoleh bunga api dan nilai torsi mesin yang lebih optimal.
3. Untuk mendapatkan nilai daya yang lebih besar maka dengan memasang *ferrite bead* pada kabel busi merupakan salah satu caranya karena daya dipengaruhi oleh torsi dan putaran mesin.
4. Untuk mengurangi emisi gas buang maka dengan memasang *ferrite bead* pada kabel busi merupakan salah satu caranya karena sistem pengapian akan menghasilkan bunga api busi lebih besar sehingga proses pembakaran lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA





- Adam, J. D., L. E. Davis, G. F. Dionne, E. F. Schloemann, dan S. N. Stitzer. 2002. Ferrite Devices and Materials. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 50(3): 721-737.
- Astra-honda. 2016. *Spesifikasi Motor*. <https://www.astra-honda.com/product/supra-x-125-fi>. 5 Agustus 2019 (14.25).
- Arismunandar, W. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Edisi Kelima. Cetakan Pertama. Bandung: ITB.
- Badan Pusat Statistik. 2017. “*Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2017*”. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>. 16 Februari 2018 (19.30).
- Badrawada, I. G. G. 2008. Pengaruh Perubahan Sudut Pengapian Terhadap Prestasi Mesin Motor 4 Langkah. *Forum Teknik*, 32(3): 221- 231.
- Basyirun, W. D. Rahardjo, Karnowo. 2008. *Buku Ajar Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Brown, J. 2005. *Understanding How Ferrites Can Prevent and Eliminate RF Interference to Audio Systems*. XP055206382, <http://audiosystemsgroup.com/SAC0305Ferrites.pdf>. 27 Januari 2020 (18.30).
- Chung, D. D. L. 2000. Materials for Electromagnetic Interference Shielding. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 9(3): 350-354.
- Fadoli, A. A., Muzaqim, Zulfah. 2012. Analisa Perbandingan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar antara Pengapian Standar dengan Pengapian Menggunakan Booster pada Mesin Toyota Kijang Seri 7k. *Engineering*, 4(1): 1-9.
- Fahrudin, I., H. Bugis, dan N. Rohman. 2012. Penggunaan Ignition Booster dan Variasi Jenis Busi Terhadap Torsi dan Daya Mesin pada Yamaha Mio Soul Tahun 2010. *Jurnal Nosel*, 1(4): 1-6.
- Gurnito. A. dan B. Sudarmanta. 2016. Pengaruh Ignition Timing Mapping Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi *Engine SINJAI* 650 Cc Berbahan Bakar Peralite Ron 90. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1):1-6.
- Hapsari, N. 2014. Radiasi Medan Elektromagnetik Kabel Broadband ADSL pada Tubuh Manusia. *Faktor Exacta*, 7(1): 12-25.

- Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. USA : McGrawHill, Inc.
- Isnadi, R., H. Bugis, dan N. Rohman. 2014. Pengaruh Pemasangan Groundstrap dengan Variasi Diameter Kawat Kumparan pada Kabel Busi dan Variasi Ignitiontiming Terhadap Torsi dan Daya pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z Tahun 2007. *Jurnal Nosel*, 3(2): 1-10
- Jatnika, D., dan R, Najib. 2018. Pengaruh Perubahan Timing Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang pada Kendaraan 1500 Cc. *Jurnal Isu Teknologi*, 13(1): 13-21.
- Jennymhaineslpc. 2018. *Eva Master Toolset 333n Servantes D Atelier Compl Tes Sets D Avec 373596 Et Caisse A Outils Vide 50 1532x1737px Caisse A Outils Vide*. [Http://Jennymhaineslpc.Com/Caisse-A-Outils-Vide/Eva-Master-Toolset-333n-Servantes-D-Atelier-Compl-Tes-Sets-D-Avec-373596-Et-Caisse-A-Outils-Vide-50-1532x1737px-Caisse-A-Outils-Vide/](http://Jennymhaineslpc.Com/Caisse-A-Outils-Vide/Eva-Master-Toolset-333n-Servantes-D-Atelier-Compl-Tes-Sets-D-Avec-373596-Et-Caisse-A-Outils-Vide-50-1532x1737px-Caisse-A-Outils-Vide/). 22 April 2019 (10.52).
- Khabiburrahman, Supraptono, dan D. Widjanarko. 2017. Pengaruh Variasi Bahan dan Jumlah Lilitan Groundstrap Terhadap Medan Magnet pada Kabel Busi Sepeda Motor. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(2) : 173-180.
- Kurniawan, A. F., R. Lapis, dan I. Y. Basri. 2019. Analisis Pengaruh Pemasangan Groundstrap Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor. *Ranah Research : Journal Of Multidisciplinary Research And Development*, 1(3): 657-662.
- Krisbow. 2019. *Automotive Multimeter*. <https://www.krisbow.com/automotive-multimeter.html>. 16 Agustus 2019 (09.34).
- Lefebvre, L. P., S. Pelletier, dan C. Gélinas. 1997. Effect of Electrical Resistivity on Core Losses in Soft Magnetic Iron Powder Materials. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 176(2-3): L93-L96.
- Machmud, S., U. B. Surono, dan L. Sitorus. 2013. Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin. *Jurnal Teknik*, 3(1): 58-64.
- Manual Book Sportdyno V3.4. 2009.
- Nugraha, B. S. 2005. *Modul Sistem Pengapian*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Pratama, Y. D. dan F. Y. Utama. 2020. Pengaruh Ferrite Magnet Terhadap Performa Kendaraan Four Stroke Engine 125 Cc Dengan Bahan Bakar Peralite Dan Pertamina. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1) : 103-110.




- PT. Toyota Astra Motor. 2017. *New Step I Training Manual*. Jakarta : PT Toyota Astra Motor.
- Ramlawati, Hamka, S. Saenab, dan S. R. Yunus. 2017. *Kelistrikan dan Kemagnetan*. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan
- Romadoni, A., H. Bugis, dan K. Mw. 2012. Pengaruh Penggunaan Ignition Booster pada Kabel Busi dan Penambahan Metanol pada Bahan Bakar Premium Terhadap Emisi Gas Buang Co dan Hc Pada Honda Supra X 125 Tahun 2007. *Jurnal Nosel*, 1(2).
- Rosid. 2016. Analisa Proses Pembakaran pada Motor Bensin 113.5 cc dengan Simulasi Ansys. *Jurnal Teknologi*, 8(2): 87-96.
- Sophian, A., G. Y. Tian, D. Taylor, and J. Rudlin. 2001. Electromagnetic and Eddy Current NDT: A Review. *Insight*, 43(5): 302-306.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Cetakan ke-22. Bandung: Alfabeta.
- Sulistyanto, H. 2002. Efek Interferensi Medan Elektromagnetis Terhadap Lingkungan. *Jurnal Teknik Elektro Emitor*, 2(2): 75-80.
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Jurusan Teknik Mesin UNNES : Semarang.
- TD8620 Handheld Digital TeslaMeter.
- Wahyudi, A. A., dan A. D. Soewono. 2019. Pengukuran Efisiensi Volumetrik untuk Motor Bensin Berbasis Karburator. *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1): 18-22.
- Wiratmaja, I. G. 2010. Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*, 4(1):16-25.
- Widjanarko, D. 2011. *Buku Ajar Teknik Listrik dan Elektronika Otomotif*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Yamin, J. A.A., H. N. Gupta, B. B. Bansal, and O. N. Srivastava. 2000. Effect of Combustion Duration on The Performance and Emission Characteristics of A Spark Ignition Engine Using Hydrogen as A Fuel. *International Journal of Hydrogen Energy*, 25(6): 581-589.
- Zulefendi dan Martias. 2019. Analisa Penggunaan Ignition Booster 9power Terhadap Output Tegangan Coil pada Sistem Pengapian Sepeda Motor 4 Langkah. *Ranah Research : Journal Of Multidisciplinary Research And Development*, 1(3): 636-640.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat ijin penelitian di Lab. Fisika Mipa UNNES

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG FAKULTAS TEKNIK Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009 Laman: http://ft.unnes.ac.id , surel: ft@mail.unnes.ac.id	
	Nomor	: B/10991/UN37.1.5/LT/2019
	Hal	: Izin Penelitian
		10 September 2019
<p>Yth. Kepala Laboratorium Fisika FMIPA Fakultas MIPA UNNES</p>		
<p>Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:</p>		
Nama	: Andika Tri Wibowo	
NIM	: 5202415008	
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif, S1	
Semester	: Gasal	
Tahun akademik	: 2019/2020	
Judul	: Pengaruh Jumlah Ferrite Bead Terhadap Kuat Medan Magnet Pada Kabel Busi dan Performa Mesin Sepeda Motor	
<p>Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 11 September sampai 28 September 2019.</p>		
<p>Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.</p>		
	a.n. Dekan FT Wakil Dekan Bid. Akademik,  Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T. NIP. 197805312005011002	
<p>Tembusan: Dekan FT; Universitas Negeri Semarang</p>		
		
		
Nomor Agenda Surat : 426 501 040 8		Sistem Informasi Surat Dinas - UNNES (2019-09-11 10.24.03)

Lampiran 2. Surat ijin penelitian di Bengkel Mototech Yogyakarta

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG FAKULTAS TEKNIK Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009 Laman: http://ft.unnes.ac.id , surel: ft@mail.unnes.ac.id	
	<hr/>	
Nomor	: B/10993/UN37.1.5/LT/2019	10 September 2019
Hal	: Izin Penelitian	
<p>Yth. Kepala Bengkel Mototech Yogyakarta Jl. Ringroad Selatan, Singosaren III, Singosaren, Kec. Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55193</p>		
<p>Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:</p>		
Nama	: Andika Tri Wibowo	
NIM	: 5202415008	
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif, S1	
Semester	: Gasal	
Tahun akademik	: 2019/2020	
Judul	: Pengaruh Variasi Jumlah Ferrite Bead Terhadap Kuat Medan Magnet Pada Kabel Busi dan Performa Mesin Sepeda Motor	
<p>Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 11 September sampai 28 September 2019.</p>		
<p>Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.</p>		
		<p>a.n. Dekan FT Wakil Dekan Bid. Akademik,  Dr.-Ing. Didik Prastiyanto, S.T., M.T. NIP.197805312005011002</p>
<p>Tembusan: Dekan FT; Universitas Negeri Semarang</p>		
		
<p>Nomor Agenda Surat : 551 711 171 2</p>		<p>Sistem Informasi Surat Dinas - UNNES (2019-09-11 10:23:41)</p>

Lampiran 3. Surat pernyataan selesai penelitian di Lab. Fisika Mipa UNNES

 KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM FISIKA
Gd. D9, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang (50229) telp : (024)8508034

SURAT KETERANGAN
No. 451 / UN.37.1.4.3 / PP / 2019

Dengan ini, menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini :

Nama : *Andika Tri Wibowo*

Prodi / NIM : Pendidikan Teknik Otomotif / 5202415008

Telah selesai melakukan pengambilan data menggunakan alat Gaussmeter di Laboratorium Fisika FMIPA UNNES dalam rangka penyusunan penelitian untuk Skripsi dengan judul **"Pengaruh Jumlah Ferrite Bead Terhadap Kuat Medan Magnet pada Kabel Busi dan Performa Mesin Sepeda Motor "** pada bulan September 2019 (hasil pengujian terlampir).
Demikian surat keterangan ini dibuat agar digunakan dengan sebaik-baiknya.

Semarang, 26 September 2019


Kepala Laboratorium Fisika
FMIPA UNNES
Dr. Upik Nurbaiti M.Si.
NIP. 196708141991022001

Lampiran 4. Hasil data pengukuran medan magnet

Ketelitian alat : 0 – 1000 mT = 0 – 10.000 Gauss

: 1000 mT – 2400 mT = 10.000 Gauss – 24.000 Gauss

Putaran mesin (rpm)	Percobaan	Kuat medan magnet (Gauss)					Tanpa ferrite bead
		Jumlah ferrite bead					
		1	2	3	4	5	
2000	1	4,7	4,9	4	2,5	2	6
	2	5	4,3	4,2	2,9	1,9	6,4
	3	4,5	4,3	4	2,9	2,3	6,2
	Rata-rata	4,73	4,5	4,07	2,77	2,07	6,2
3000	1	3,8	2,2	2	1,9	1,5	4,9
	2	4,1	2,4	2	1,7	1,5	4,8
	3	3,8	2,3	2,2	1,9	1,6	4,9
	Rata-rata	3,9	2,3	2,07	1,83	1,53	4,87
4000	1	4,1	3,7	3,1	2,8	1,3	4,3
	2	3,9	3,8	3,2	2,7	1,1	4,2
	3	3,9	3,7	3,2	2,7	1,1	4,3
	Rata-rata	3,97	3,73	3,17	2,73	1,17	4,27
5000	1	2,9	2,3	1,2	1,1	0,9	4,4
	2	2,2	1,6	1,6	1	1	4,1
	3	2,6	2	1,3	0,8	0,9	4
	Rata-rata	2,57	1,97	1,37	0,97	0,93	4,17
6000	1	2,1	1,7	0,6	0,5	0,2	2,3
	2	2,3	1,8	0,6	0,6	0,2	2,4
	3	2,2	1,6	0,7	0,6	0,4	2,1
	Rata-rata	2,20	1,70	0,63	0,57	0,27	2,27
7000	1	3,8	3,5	1,3	1	0,4	4
	2	3,9	3,4	1,2	1,1	0,5	3,9
	3	3,8	3,4	1,2	0,9	0,5	4
	Rata-rata	3,83	3,43	1,23	1,00	0,47	3,97
8000	1	3,1	1,9	1,7	1,4	0,5	3,1
	2	2,8	2	1,6	1,3	0,5	3,3
	3	2,8	1,8	1,6	1,3	0,3	3,1
	Rata-rata	2,90	1,90	1,63	1,33	0,43	3,17

Lampiran 5. Hasil data torsi Mesin

Putaran Mesin (Rpm)	Percobaan	Torsi					
		Jumlah					
		Standar	1	2	3	4	5
4500	1	6,04	6,72	9,53	8,57	8,47	9,61
	2	9,28	7,81	8,16	10,3	9,77	10,38
	3	6,85	9,3	9,06	10,19	8,63	10,22
	Rata-rata	7,39	7,94	8,92	9,69	8,95	10,07
5000	1	6,97	10,07	10,05	10,5	10,42	10,35
	2	10,14	10,02	10,11	10,58	10,28	10,58
	3	8,9	9,95	9,97	10,42	10,25	10,42
	Rata-rata	8,67	10,01	10,04	10,50	10,32	10,45
5500	1	8,58	10,25	10,3	10,74	10,76	10,78
	2	7,6	10,27	10,32	10,83	10,67	10,8
	3	10	10,2	10,29	10,8	10,44	10,69
	Rata-rata	8,73	10,24	10,30	10,79	10,62	10,76
6000	1	9,2	10,23	10,32	10,67	10,64	10,58
	2	8,5	10,11	10,3	10,73	10,54	10,64
	3	9,93	10,06	10,12	10,67	10,38	10,7
	Rata-rata	9,21	10,13	10,25	10,69	10,52	10,64
6500	1	9,37	9,82	10,03	10,25	10,37	10,32
	2	8,9	9,88	9,98	10,35	10,31	10,38
	3	9,61	9,78	9,89	10,34	10,18	10,28
	Rata-rata	9,29	9,83	9,97	10,31	10,29	10,33
7000	1	8,72	9,27	9,47	9,75	9,77	9,79
	2	9,1	9,36	9,52	9,89	9,83	9,92
	3	9,31	9,33	9,47	9,86	9,75	9,77
	Rata-rata	9,04	9,32	9,49	9,83	9,78	9,83
7500	1	8,6	8,47	8,87	8,88	9,07	8,99
	2	9,1	8,73	8,75	9,04	9,13	9,07
	3	8,7	8,65	8,82	9,09	9,09	9,14
	Rata-rata	8,80	8,62	8,81	9,00	9,10	9,07
8000	1	7,3	7,59	7,99	8,04	8,25	8,14
	2	8,8	7,95	8,08	8,15	8,21	8,24
	3	7,75	7,98	7,98	8,34	8,21	8,22
	Rata-rata	7,95	7,84	8,02	8,18	8,22	8,20
8500	1	6,55	6,71	7,06	7,13	7,3	7,24
	2	8,2	7,05	7,17	7,23	7,4	7,22
	3	6,74	7,07	7,15	7,34	7,31	7,39
	Rata-rata	7,16	6,94	7,13	7,23	7,34	7,28
9000	1	5,55	5,98	6,34	6,12	6,32	6,57

2	7,6	6,18	6,25	6,38	6,65	6,6
3	5,89	6,24	6,26	6,46	6,85	6,49
Rata-rata	6,35	6,13	6,28	6,32	6,61	6,55

Lampiran 6. Hasil data daya mesin

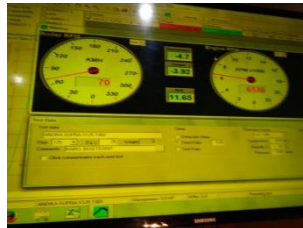
Putaran Mesin (rpm)	Percobaan	Daya (Hp)					
		Standar	Jumlah				
			1	2	3	4	5
4500	1	3,8	4,3	6	5,4	5,4	6,4
	2	5,9	5	5,2	6,5	6,2	6,6
	3	4,4	5,9	5,8	6,5	5,5	6,5
	Rata-Rata	4,70	5,07	5,67	6,13	5,70	6,50
5000	1	4,9	7,1	7,1	7,4	7,4	7,3
	2	6,9	7,1	7,1	7,5	7,2	7,5
	3	6,3	7	7	7,4	7,2	7,3
	Rata-Rata	6,03	7,07	7,07	7,43	7,27	7,37
5500	1	6,7	7,9	8	8,3	8,4	8,3
	2	7,6	8	8	8,4	8,3	8,4
	3	7,8	7,9	8	8,4	8,1	8,3
	Rata-Rata	7,37	7,93	8,00	8,37	8,27	8,33
6000	1	7,8	8,7	8,7	9,1	9	9
	2	8,5	8,6	8,7	9,1	8,9	9
	3	8,4	8,5	8,6	9,1	8,8	9,1
	Rata-Rata	8,23	8,60	8,67	9,10	8,90	9,03
6500	1	8,6	9	9,2	9,4	9,5	9,5
	2	8,9	9,1	9,1	9,5	9,5	9,5
	3	8,8	9	9,1	9,5	9,3	9,5
	Rata-Rata	8,77	9,03	9,13	9,47	9,43	9,50
7000	1	8,6	9,2	9,4	9,6	9,6	9,7
	2	9,1	9,3	9,4	9,8	9,7	9,8
	3	9,2	9,2	9,4	9,8	9,7	9,7
	Rata-Rata	8,97	9,23	9,40	9,73	9,67	9,73
7500	1	8,6	9	9,4	9,4	9,6	9,5
	2	9,1	9,3	9,3	9,6	9,7	9,6
	3	9,2	9,2	9,4	9,6	9,6	9,7
	Rata-Rata	8,97	9,17	9,37	9,53	9,63	9,60
8000	1	8,3	8,6	9,1	9,1	9,3	9,2
	2	8,8	9	9,1	9,2	9,3	9,3
	3	8,8	9	9	9,5	9,3	9,3

	Rata-Rata	8,63	8,87	9,07	9,27	9,30	9,27
8500	1	7,9	8,1	8,5	8,6	8,8	8,7
	2	8,2	8,5	8,6	8,7	8,9	8,7
	3	8,1	8,5	8,6	8,8	8,8	8,9
	Rata-Rata	8,07	8,37	8,57	8,70	8,83	8,77
9000	1	7,1	7,6	8,1	7,8	8	8,4
	2	7,6	7,9	8	8,1	8,5	8,4
	3	7,5	8	8	8,2	8,7	8,3
	Rata-Rata	7,40	7,83	8,03	8,03	8,40	8,37

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian

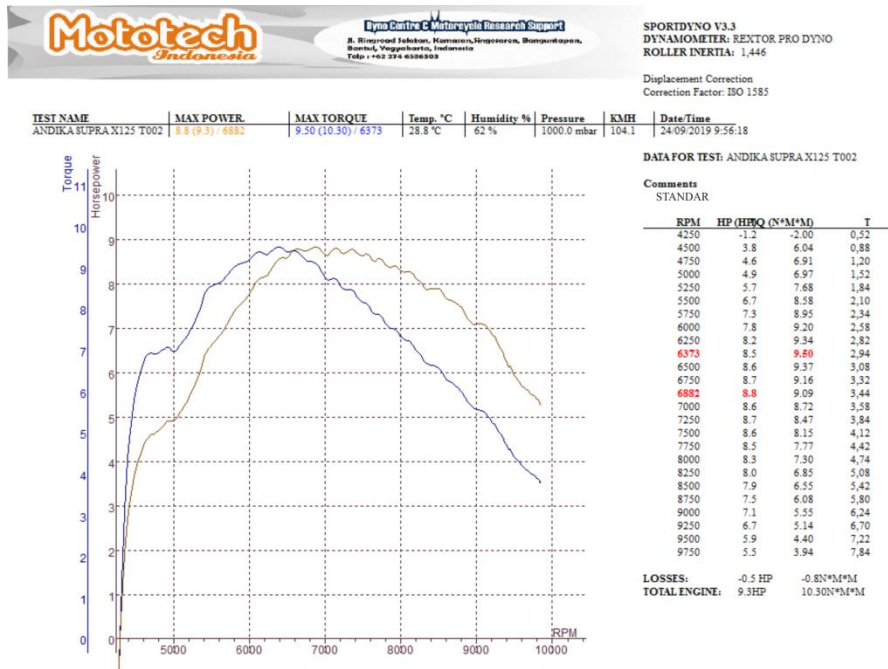


Ferrite Bead

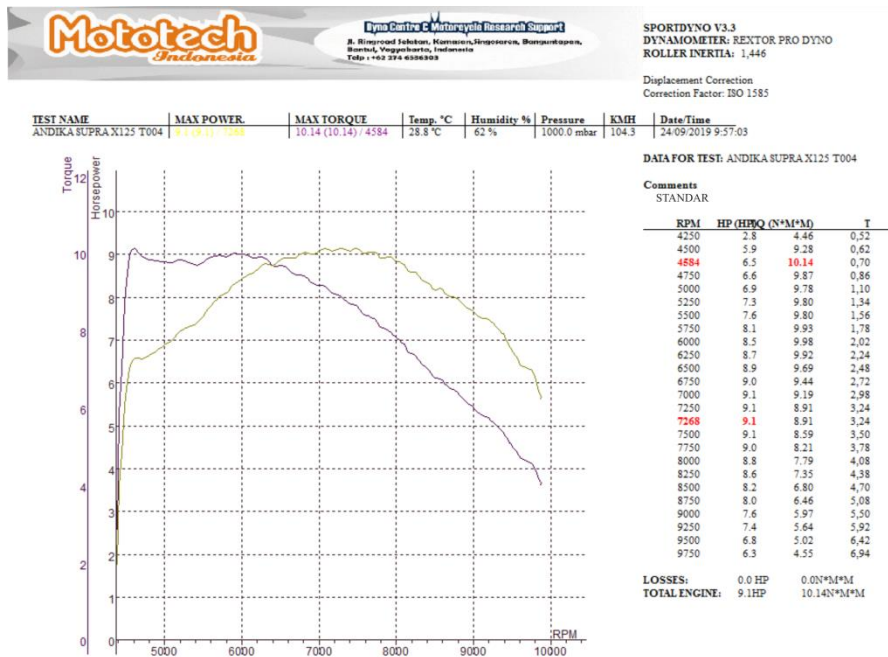
Persiapan pengujian
performa mesinPersiapan pengujian
performaProses pengujian
performaLayar monitor *dynotest*

Mekanik bengkel

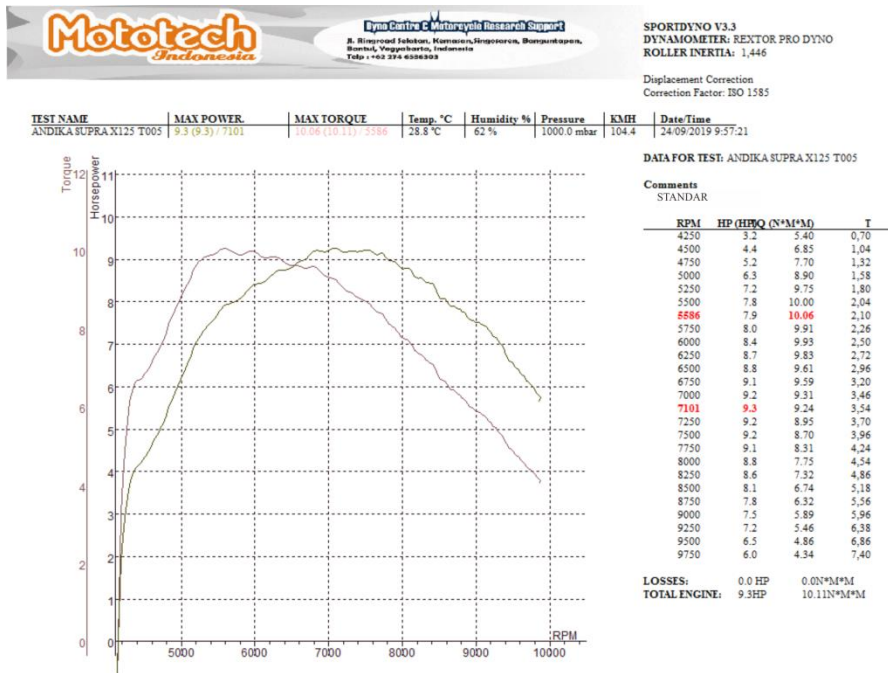
*Gaussmeter*Persiapan pengujian
medan magnet kabel busiMengatur putaran mesin
sepeda motorProses pengukuran kuat
medan magnetProses pengukuran kuat
medan magnet



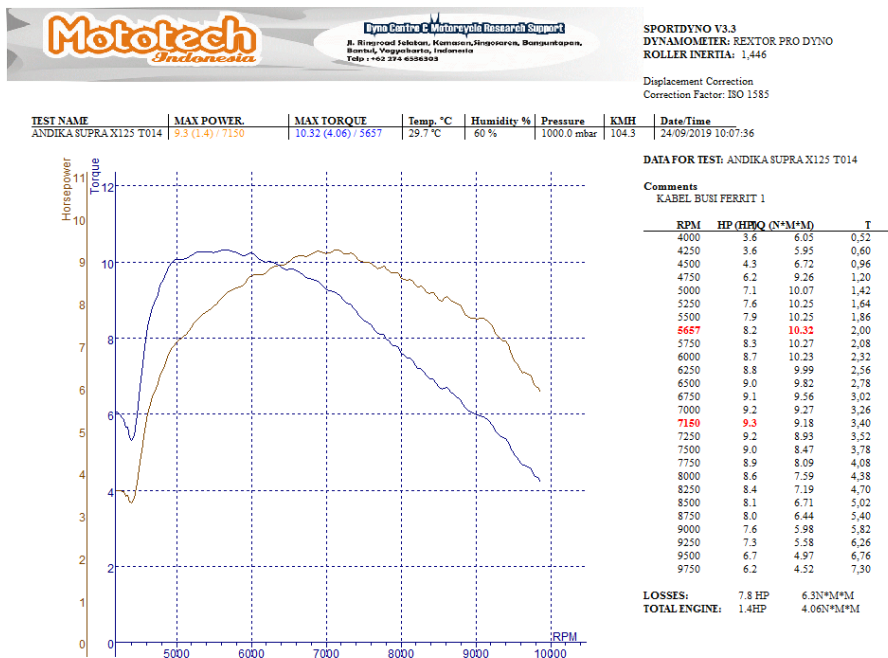
Hasil pengujian percobaan pertama daya dan torsi kondisi standar



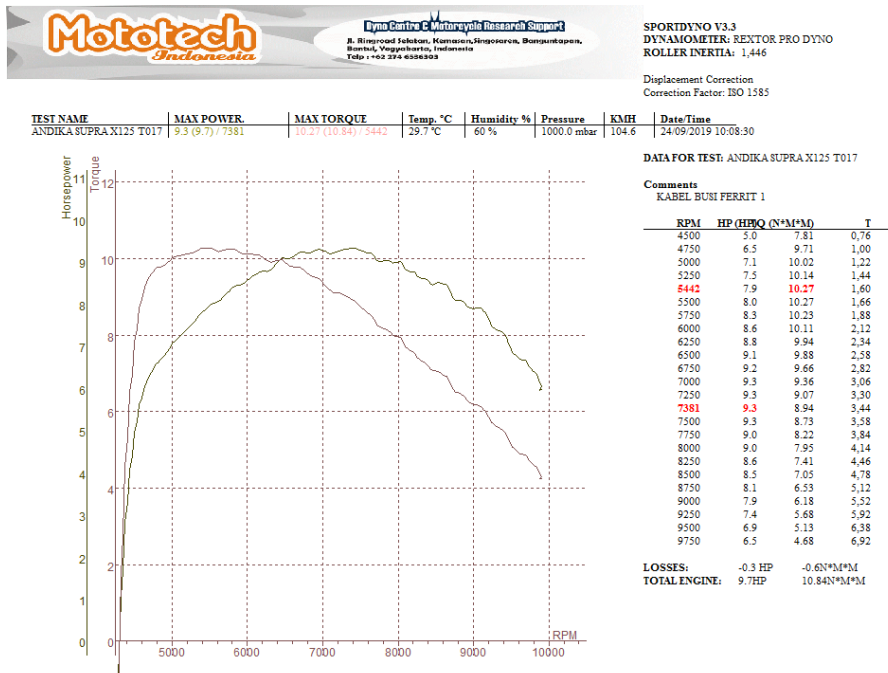
Hasil pengujian percobaan kedua daya dan torsi kondisi standar



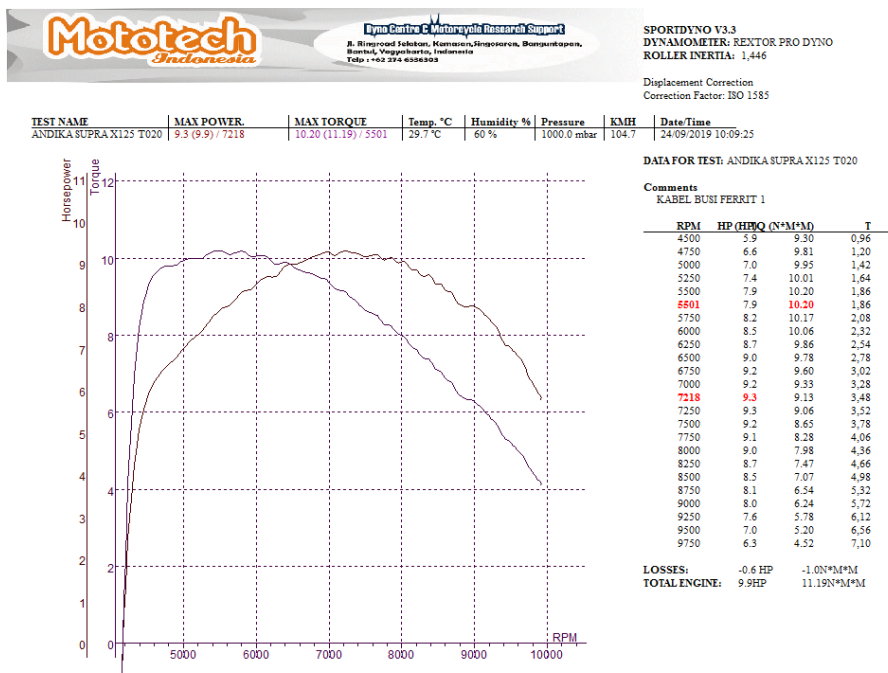
Hasil pengujian percobaan ketiga daya dan torsi kondisi standar



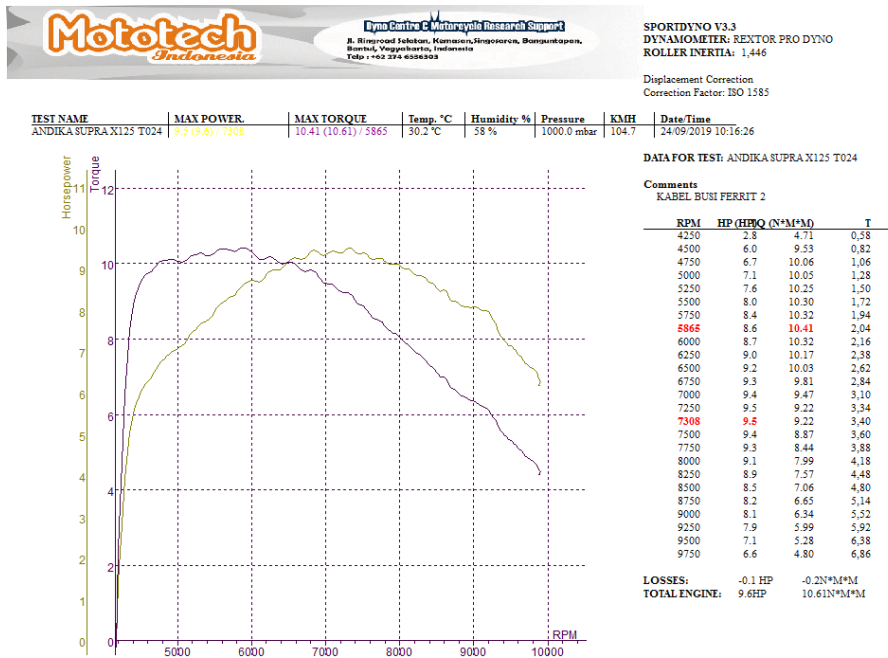
Hasil pengujian percobaan pertama daya dan torsi dengan ferrite bead 1 buah



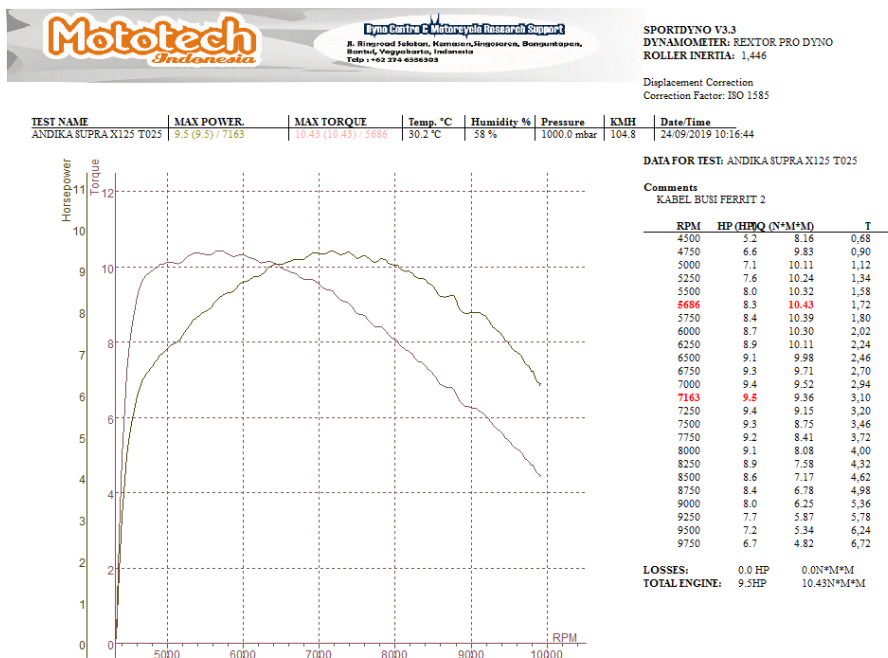
Hasil pengujian percobaan kedua daya dan torsi dengan ferrite bead 1 buah



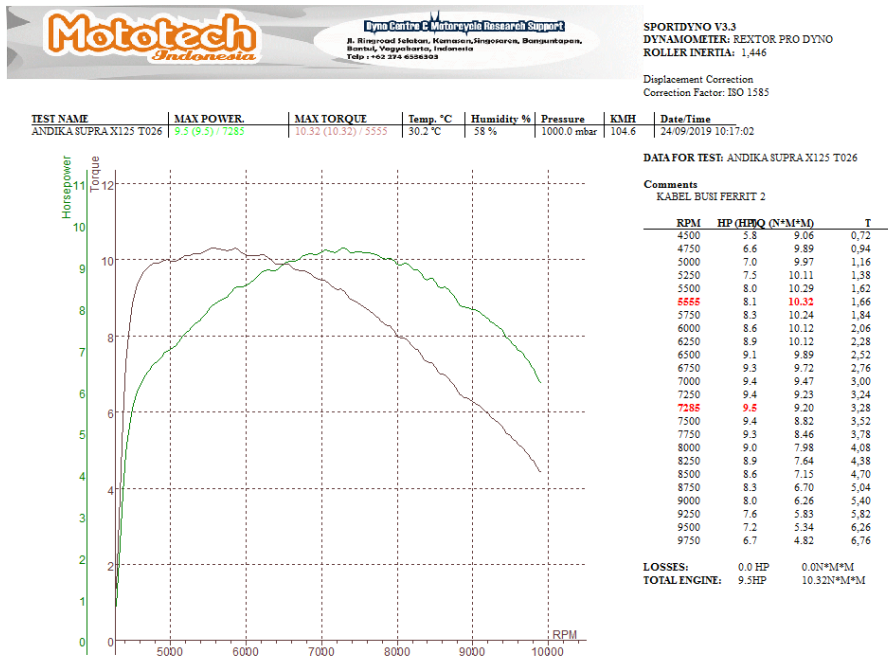
Hasil pengujian percobaan ketiga daya dan torsi dengan ferrite bead 1 buah



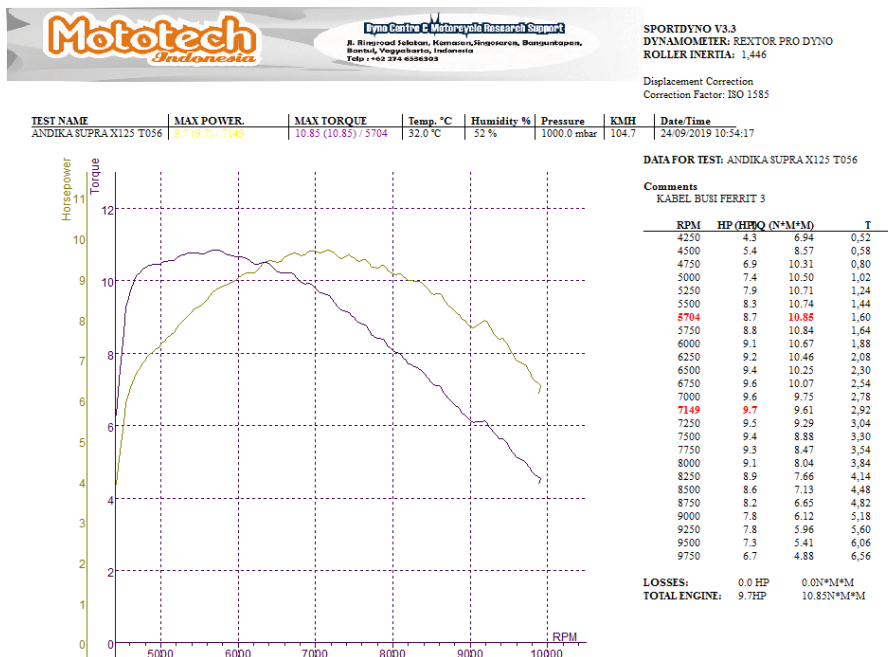
Hasil pengujian percobaan pertama daya dan torsi dengan ferrite bead 2 buah



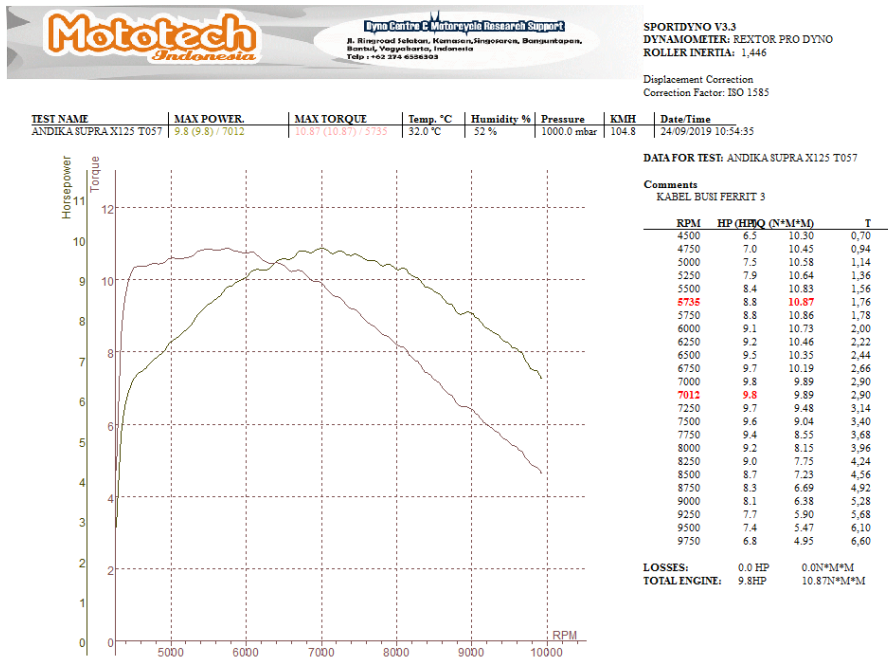
Hasil pengujian percobaan kedua daya dan torsi dengan ferrite bead 2 buah



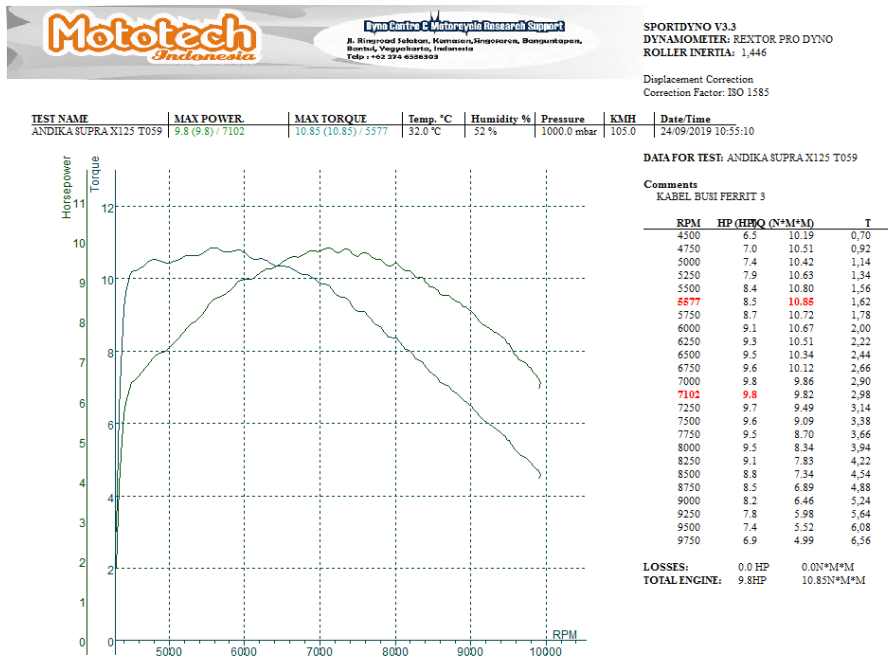
Hasil pengujian percobaan ketiga daya dan torsi dengan ferrite bead 2 buah



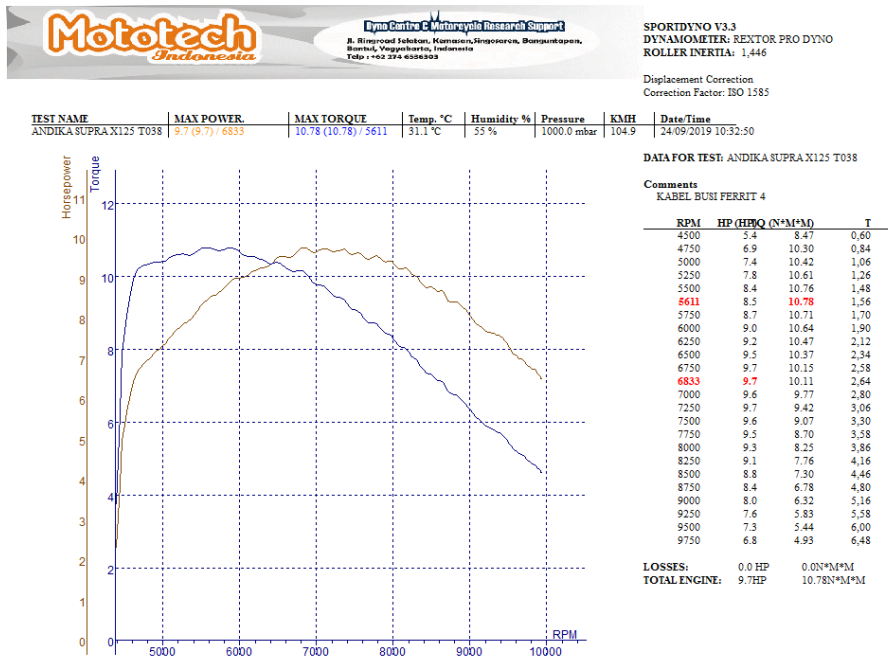
Hasil pengujian percobaan pertama daya dan torsi dengan ferrite bead 3 buah



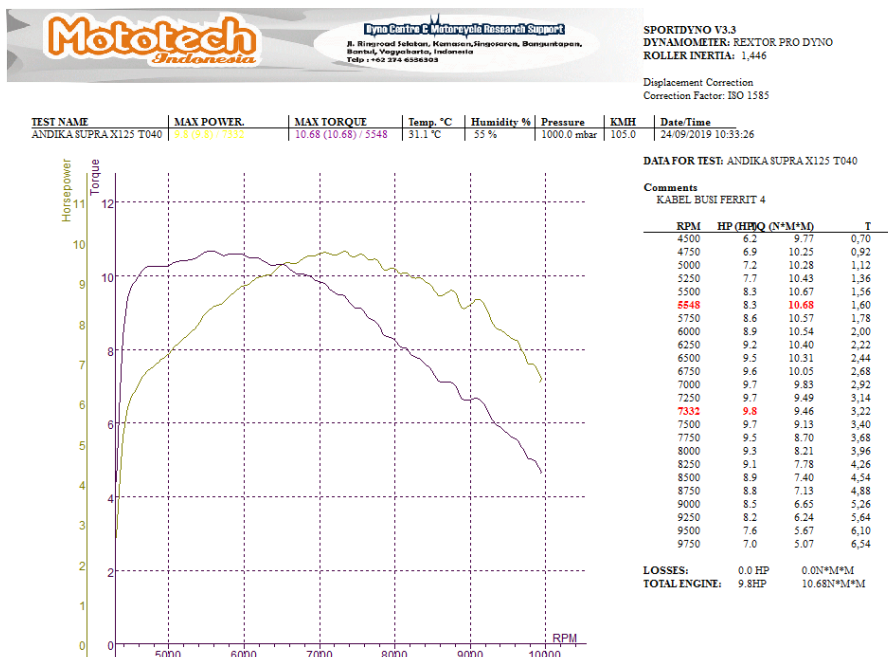
Hasil pengujian percobaan kedua daya dan torsi dengan ferrite bead 3 buah



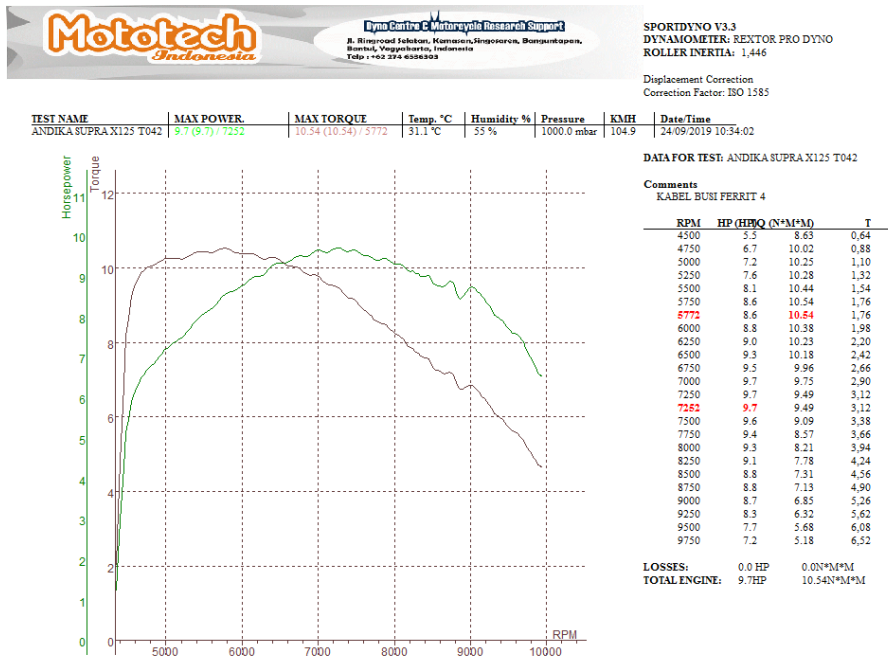
Hasil pengujian percobaan ketiga daya dan torsi dengan ferrite bead 3 buah



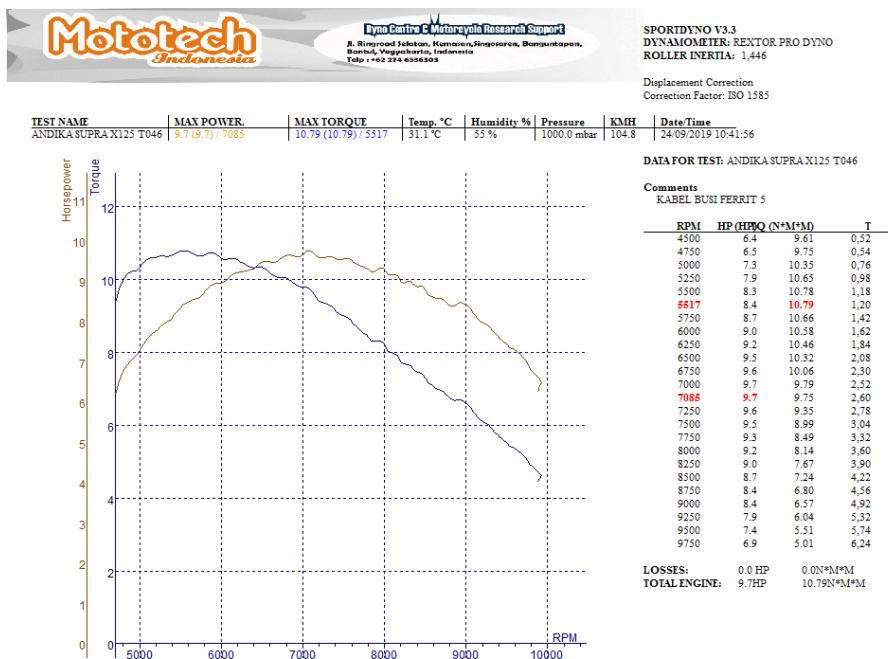
Hasil pengujian percobaan pertama daya dan torsi dengan ferrite bead 4 buah



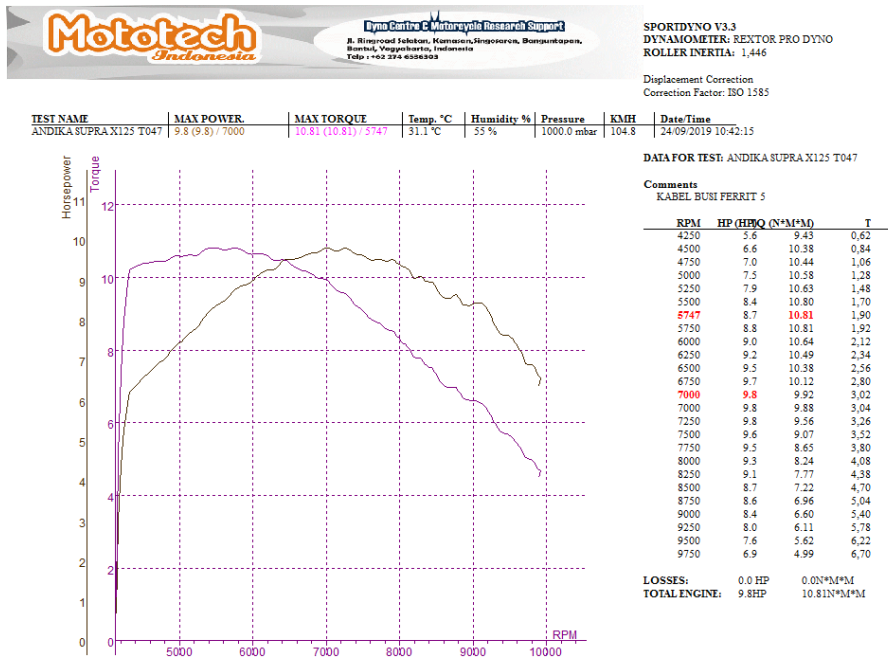
Hasil pengujian percobaan kedua daya dan torsi dengan ferrite bead 4 buah



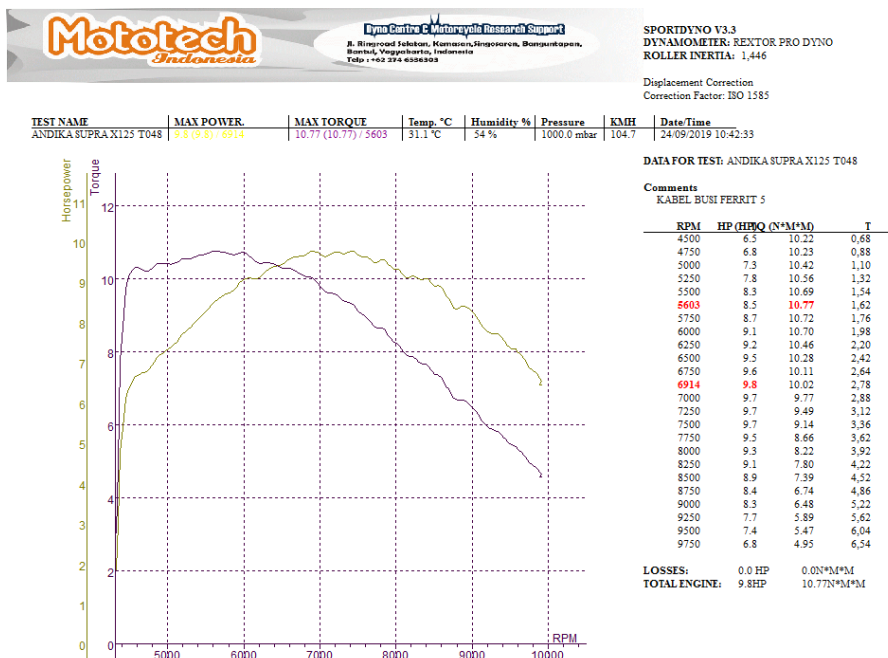
Hasil pengujian percobaan ketiga daya dan torsi dengan ferrite bead 4 buah



Hasil pengujian percobaan pertama daya dan torsi dengan ferrite bead 5 buah



Hasil pengujian percobaan kedua daya dan torsi dengan ferrite bead 5 buah



Hasil pengujian percobaan ketiga daya dan torsi dengan ferrite bead 5 buah

Lampiran 8. Contoh perhitungan data

a. STANDAR (1)

Putaran mesin 4500 rpm

Daya : 5,5 HP

$$5,5 \text{ HP} \times 0,7457 = 4,10135 \text{ kW}$$

Torsi : 8,64 Nm

$$\begin{aligned} \text{Daya} &: 2\pi NT10^{-3} = (2 \times 3,14 \times 4500/60) / 1000 \times 8,64 \\ &= 4,06944 \text{ kW} \end{aligned}$$

b. Ferrite bead 1 buah (3)

Putaran mesin 4500 rpm

Daya : 5,9 HP

$$5,9 \text{ HP} \times 0,7457 = 4,33963 \text{ kW}$$

Torsi : 9,3 Nm

$$\begin{aligned} \text{Daya} &: 2\pi NT10^{-3} = (2 \times 3,14 \times 4500/60) / 1000 \times 9,3 \\ &= 4,3803 \text{ kW} \end{aligned}$$

c. Ferrite bead 2 buah (1)

Putaran mesin 4500 rpm

Daya : 6,0 HP

$$6,0 \text{ HP} \times 0,7457 = 4,4742 \text{ kW}$$

Torsi : 9,53 Nm

$$\begin{aligned} \text{Daya} &: 2\pi NT10^{-3} = (2 \times 3,14 \times 4500/60) / 1000 \times 9,53 \\ &= 4,48863 \text{ kW} \end{aligned}$$

d. *Ferrite bead* 3 buah (2)

Putaran mesin 4500 rpm

Daya : 6,5 HP

$$6,5 \text{ HP} \times 0,7457 = 4,84705 \text{ kW}$$

Torsi : 10,3 Nm

$$\begin{aligned} \text{Daya} &: 2\pi NT10^{-3} = (2 \times 3,14 \times 4500/60) / 1000 \times 10,3 \\ &= 4,8513 \text{ kW} \end{aligned}$$

e. *Ferrite bead* 4 buah (3)

Putaran mesin 4500 rpm

Daya : 6,2 HP

$$6,2 \text{ HP} \times 0,7457 = 4,62334 \text{ kW}$$

Torsi : 9,77 Nm

$$\begin{aligned} \text{Daya} &: 2\pi NT10^{-3} = (2 \times 3,14 \times 4500/60) / 1000 \times 9,77 \\ &= 4,60167 \text{ kW} \end{aligned}$$

f. *Ferrite bead* 5 buah (3)

Putaran mesin 4500 rpm

Daya : 6,5 HP

$$6,5 \text{ HP} \times 0,7457 = 4,84705 \text{ kW}$$

Torsi : 10,22 Nm

$$\begin{aligned} \text{Daya} &: 2\pi NT10^{-3} = (2 \times 3,14 \times 4500/60) / 1000 \times 10,22 \\ &= 4,81362 \text{ kW} \end{aligned}$$