



**PERBANDINGAN PRESTASI
MOTOR BENSIN 4 LANGKAH 100 CC
MENGUNAKAN KOIL STANDAR
DAN KOIL VARIASI**

Skripsi

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

Oleh

Ahmad Ihwan

NIM.5202415064

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

2020



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



**PERBANDINGAN PRESTASI
MOTOR BENSIN 4 LANGKAH 100 CC
MENGUNAKAN KOIL STANDAR
DAN KOIL VARIASI**

Skripsi

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

Oleh

Ahmad Ihwan

NIM.5202415064

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

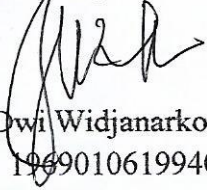
2020

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Ahmad Ihwan
NIM : 5202415064
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Judul : Perbandingan Prestasi Motor Bensin 4 Langkah 100 CC
Menggunakan Koil Standar dan Koil Variasi

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang Panitia Ujian Skripsi/ TA Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang/30 Desember 2019
Pembimbing



Dr. Dwi Widjanarko. S.Pd., ST., MT.
NIP. 196901061994031003

PENGESAHAN

Skripsi/TA dengan judul Perbandingan Prestasi Motor Bensin 4 Langkah 100 cc Menggunakan Koil Standar Dan Koil Variasi telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi/TA Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 15 bulan Januari tahun 2020.

Oleh

Nama : Ahmad Ihwan

NIM : 5202415064

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Panitia:

Ketua



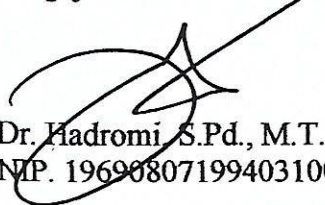
Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



Wahyudi, S.Pd., M.Eng.
NIP. 198003192005011001

Penguji 1



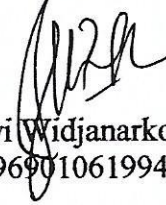
Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.
NIP. 196908071994031004

Penguji 2



Angga Septiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 198709112019031012

Penguji 3/Pembimbing



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.
NIP. 196901061994031003

Mengetahui,



Dekan Fakultas Teknik UNNES

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, 30 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Ihwan

NIM. 5202415064

MOTTO

Happiness requires struggle, Manson (2016).

RINGKASAN

Ihwan, A. 2020. Perbandingan Prestasi Motor Bensin 4 Langkah 100 cc Menggunakan Koil Standar dan Koil Variasi. Pembimbing Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. Pendidikan Teknik Otomotif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen. Data pokok yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis menggunakan persamaan nilai torsi dan persamaan nilai daya, lalu disajikan ke dalam bentuk tabel, grafik, dan diagram untuk kemudian dideskripsikan. Motor bensin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Honda Grand 100 cc yang diuji pada rentang kecepatan putaran mesin 4000, 5000, 6000, 7000 dan 8000 rpm menggunakan dinamometer.

Motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil variasi 2 menunjukkan rata-rata nilai torsi tertinggi 13,20 Nm pada seluruh rentang kecepatan putaran mesin yang diamati. Hasil tersebut 5,6% lebih unggul dibandingkan menggunakan koil variasi 1 dan lebih unggul 17,9% dibandingkan menggunakan koil standar. Motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil variasi 2 menunjukkan rata-rata nilai daya tertinggi 7,26 kW pada setiap rentang kecepatan putaran mesin yang diamati. Hasil tersebut lebih unggul 6,7% dibandingkan menggunakan koil variasi 1 dan lebih unggul 21,3% dibandingkan menggunakan koil standar.

Kata Kunci: *daya, koil, standar, torsi, variasi.*

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Perbandingan Prestasi Motor Bensin 4 Langkah 100 cc Menggunakan Koil Standar dan Koil Variasi”. 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 yaumil akhir nanti, Amin.

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

1. Dr. Nur Qudus, MT., IPM., Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto, 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.
2. Dr. Dwi Widjanarko S.Pd., ST., MT., Dosen Pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
3. Dr. Hadromi, S.Pd., M.T., penguji 1 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
4. Angga Septiyanto, S.Pd., M.T., penguji 2 yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Bapak, ibu, adik tercinta, serta keluarga yang selalu menyayangi, memberi nasihat, semangat, doa, dan mendukung penulis sampai saat ini.

7. Teman-teman Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2015 yang telah menemani, mendukung, menginspirasi, dan memotivasi penulis untuk terus maju dan semangat.
8. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga bantuan yang telah diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Kritik dan saran penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk khalayak umum.

Semarang, 30 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.	1
1.2 Identifikasi Masalah.	3
1.3 Pembatasan Masalah.	4
1.4 Rumusan Masalah.	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.	7
2.2.1 Motor Bensin.....	7
2.2.2 Proses Pembakaran Dalam.....	7
2.2.3 Sistem Pengapian.	8
2.2.4 Koil Pengapian.....	9
2.2.5 Busi.	16
2.2.6 Torsi dan Daya.	17
2.3 Pertanyaan Penelitian.	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	20
3.2 Desain Penelitian.....	20
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.	22

3.3.1	Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:.....	22
3.3.2	Bahan yang digunakan dalam penelitian, antara lain:.....	24
3.4	Langkah Pengujian.	26
3.5	Parameter Penelitian.	32
3.6	Teknik Pengumpulan Data.	33
3.7	Kalibrasi Instrumen.	34
3.8	Teknik Analisis Data.	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Deskripsi Data.	35
4.1.1	Data hasil uji kelayakan dinamometer.	35
4.1.2	Nilai panjang lengan dinamometer.	38
4.1.3	Nilai kecepatan putaran mesin.	38
4.1.4	Nilai beban pengereman.....	39
4.2	Analisis Data.	39
4.3	Pembahasan.	41
BAB V PENUTUP.....		50
5.1	Simpulan.....	50
5.2	Saran.	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Data model sepeda motor, Solikin dan Sutiman (2005).	24
Tabel 3.2. Spesifikasi koil standar	25
Tabel 3.3. Spesifikasi koil variasi 1	25
Tabel 3.4. Spesifikasi koil variasi 2	25
Tabel 3.5. Instrumen nilai beban pengereman dalam kilogram (kg)	30
Tabel 3.6. Instrumen torsi mesin dalam newtonmeter (Nm)	31
Tabel 3.7. Instrumen daya mesin dalam kilowatt (kW)	32
Tabel 4.1. Data hasil uji kelayakan dinamometer.	35
Tabel 4.2. Skala presentase	36
Tabel 4.3. Data hasil uji kelayakan dinamometer	37
Tabel 4.4. Perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Prinsip Kerja Dinamometer dalam Heywood (1988: 46).....	17
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	22
Gambar 3.2. Desain dinamometer.....	22
Gambar 3.3. Skema alat uji.....	26
Gambar 4.1. Panjang lengan dinamometer	38
Gambar 4.2. Hubungan antara putaran (rpm) dan torsi (Nm).....	42
Gambar 4.3. Perbandingan rata-rata torsi (Nm).....	43
Gambar 4.4. Hubungan antara putaran (rpm) dan daya (kW).....	46
Gambar 4.5. Perbandingan rata-rata daya (kW).....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing	55
Lampiran 2. Surat Tugas Pembimbing dan Penguji Seminar Proposal Skripsi...	56
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian di Universitas Negeri Semarang	57
Lampiran 4. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi	58
Lampiran 5. Presensi Seminar Proposal Skripsi	59
Lampiran 6. Analisis Data Penelitian	60
Lampiran 7. Data Nilai Beban Pengereman dalam kilogram (kg).....	66
Lampiran 8. Data Torsi Mesin dalam newtonmeter (Nm).....	67
Lampiran 9. Data Daya Mesin dalam kilowatt (kW).....	68
Lampiran 10. Foto Dokumentasi Penelitian	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Transportasi untuk mendukung aktivitas masyarakat saat ini sangat beragam, mulai dari transportasi umum sampai kendaraan pribadi. Jenis kendaraan pribadi yang banyak digunakan masyarakat pada umumnya adalah motor bensin. Motor bensin sendiri termasuk mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang menggunakan busi (*spark plug*) sebagai sumber panas untuk memulai proses pembakaran, sehingga sering disebut juga dengan istilah *spark ignition engine* atau *SI engine*. Proses pembakaran akan mengubah energi yang tersimpan dalam ikatan kimia bahan bakar menjadi energi panas yang kemudian dapat dimanfaatkan melalui berbagai macam cara, Turns (2000: 6). Motor bensin memanfaatkan energi panas dari proses pembakaran menjadi bentuk energi mekanik berupa putaran mesin.

Energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin berbanding lurus dengan performa/prestasi dari mesin itu sendiri. Prestasi mesin biasanya digambarkan menjadi dua nilai besaran yaitu torsi dan daya. Torsi dinyatakan dalam satuan newtonmeter (Nm) dan daya dinyatakan dalam satuan kilowatt (kW) menurut sistem satuan internasional. Nilai prestasi mesin dapat diukur dengan alat yang dikenal dengan istilah dinamometer. Prestasi/perfoma yang dihasilkan mesin dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya yaitu sistem pengapian.

Energi yang dihasilkan oleh mesin akan lebih optimal apabila sistem pengapian dapat bekerja dengan optimal selama proses pembakaran dalam

(*internal combustion process*) berlangsung. Terdapat waktu yang optimal dalam memercikkan bunga api (*spark timing*), yang mana jika diberi udara dan bahan bakar ke dalam silinder akan menghasilkan torsi yang maksimal, Heywood (1988: 18). Selain *spark timing*, pengapian yang optimal juga dipengaruhi oleh besar percikan bunga api yang dapat dihasilkan. Supaya sistem pengapian dapat menghasilkan percikan bunga api yang cukup besar, maka sistem pengapian perlu dilengkapi dengan komponen yang dapat bekerja dengan baik. Salah satu komponen sistem pengapian yang sangat penting agar busi bisa memercikkan bunga api adalah koil pengapian.

Koil pengapian pada motor bakar berfungsi untuk mengubah sumber tegangan 12 volt dari baterai menjadi tegangan tinggi sekitar 20 kilovolt agar busi dapat menghasilkan percikan bunga api. Dewasa ini banyak dijual di pasaran jenis koil variasi yang dinilai dapat mengoptimalkan kerja sistem pengapian. Konstruksi koil variasi secara visual dibandingkan dengan koil standar tidak berbeda jauh, bahkan sangat mirip.

Konstruksi koil variasi akan berbeda dengan koil standar apabila dilihat pada jumlah lilitan kumparan primer dan kumparan sekunder masing-masing koil. Jumlah lilitan pada masing-masing kumparan primer dan kumparan sekunder koil standar lebih sedikit dibandingkan dengan koil variasi, Oetomo et al., (2014: 48). Perbedaan lainnya yang terdapat pada koil standar dan koil variasi yaitu terletak pada material dasar yang digunakan untuk membuat komponen-komponen koil itu sendiri serta karakter masing-masing koil.

Koil standar diproduksi oleh produsen kendaraan bersamaan dengan produksi kendaraan tersebut. Material dasar yang digunakan untuk membuat koil standar adalah silikon biasa yang cocok untuk pemakaian harian pada motor standar, Oetomo et al., (2014: 48). Tegangan *output* dari koil standar juga lebih rendah dibandingkan dengan koil variasi, sebab jumlah lilitannya yang lebih sedikit dibandingkan dengan koil variasi. Koil standar menghasilkan tegangan *output* pada kisaran angka 10 kilovolt sampai 15 kilovolt, Oetomo et al., (2014: 48).

Koil variasi banyak digunakan pada kendaraan balap dengan kebutuhan sistem pengapian yang berbeda dengan kendaraan harian. Kendaraan balap membutuhkan koil yang mampu menghasilkan tegangan *output* yang lebih besar untuk melakukan proses pembakaran dalam yaitu pada kisaran angka lebih dari 25 kilovolt. Koil variasi diproduksi dengan material dasar *silicone high pressure* yang tahan panas sehingga cocok untuk kebutuhan balap, Oetomo et al., (2014: 48). Uraian di atas menunjukkan bahwa perbedaan karakteristik serta konstruksi dari koil standar dan koil variasi dapat mempengaruhi prestasi mesin kendaraan. Perbedaan karakteristik dan konstruksi masing-masing koil tersebut menjadi dasar pertimbangan penulis untuk membandingkan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc dengan koil standar dan koil variasi.

1.2 Identifikasi Masalah.

Hasil identifikasi masalah dari uraian latar belakang di atas, adalah sebagai berikut:

1.2.1 Koil variasi banyak dijual di pasaran, namun belum banyak digunakan di lapangan.

1.2.2 Koil variasi dibuat dari material dasar yang lebih tahan panas dibanding koil standar, tapi belum banyak digunakan untuk kendaraan harian.

1.2.3 Koil standar masih banyak digunakan untuk kendaraan harian, meskipun koil variasi memiliki karakteristik yang lebih baik.

1.3 Pembatasan Masalah.

Supaya permasalahan tidak semakin meluas maka ditentukan pembatasan masalah yaitu bagaimana perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi?

1.4 Rumusan Masalah.

Supaya dapat ditarik simpulan pada akhir penulisan maka ditentukan rumusan masalah yaitu bagaimana perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi?

1.5 Tujuan Penelitian.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi.

1.6 Manfaat Penelitian.

Setelah tujuan dari penelitian tercapai, maka manfaat yang dapat diperoleh adalah:

1.6.1 Dapat diketahui jenis koil yang lebih cocok digunakan pada motor bensin 4 langkah 100 cc, berdasarkan karakteristik koil tersebut.

1.6.2 Dapat digunakan oleh pengguna sepeda motor sebagai bahan pertimbangan untuk memilih memakai koil variasi atau koil standar.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka.

Subroto (2009), telah melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan koil *racing* terhadap unjuk kerja pada motor bensin. Alat yang digunakan untuk mengukur prestasi mesin yaitu dinamometer, sedangkan koil yang digunakan adalah koil standar, koil merek KITACO K2R, dan koil merek BOSCH. Pengujian pada putaran mesin 8000 rpm menunjukkan torsi tertinggi dihasilkan oleh mesin dengan koil merek BOSCH yaitu 6,93 Nm, lalu mesin dengan koil merek KITACO K2R menunjukkan nilai torsi sebesar 6,23 Nm, dan nilai torsi terendah yaitu 5,33 Nm dihasilkan oleh mesin yang menggunakan koil standar. Nilai daya yang dihasilkan pada pengujian dengan kecepatan putaran mesin 8000 rpm menunjukkan mesin yang menggunakan koil merek BOSCH memperoleh nilai daya sebesar 7.895 kW, kemudian mesin dengan koil merek KITACO K2R memperoleh nilai daya 7.098 kW, dan mesin dengan koil standar menghasilkan nilai daya sebesar 6.073 kW.

Oetomo et al., (2014), telah melakukan penelitian tentang analisis penggunaan koil *racing* terhadap daya pada sepeda motor. Sepeda motor yang digunakan dalam penelitian ini adalah Yamaha Vega R 110cc. Analisis data yang digunakan yaitu *independent sample T test* dengan program SPSS 17 *for windows*. Hasil yang diperoleh yaitu koil standar menghasilkan daya terendah 6,70 HP pada putaran mesin 1500 rpm dan daya tertinggi 11,17 HP pada putaran mesin 4500

rpm. Koil *racing* menghasilkan daya terendah 7,28 HP pada putaran mesin 1500 rpm dan daya tertinggi 12,35 HP pada putaran mesin 4500 rpm.

Laksono dan Wulandari (2016), telah melakukan penelitian perihal pengaruh penggantian koil sepeda motor dengan koil mobil tipe basah merk Denso dengan busi iridium terhadap performa mesin sepeda motor Yamaha Mio tahun 2011. Data didapatkan melalui eksperimen dengan menguji objek penelitian kemudian mencatat data yang muncul selama proses penelitian. Penelitian dan analisis menunjukkan hasil, sebagai berikut: (1) Pemakaian koil Denso bisa meningkatkan performa mesin Yamaha Mio tahun 2011. (2) Pemakaian busi iridium mampu meningkatkan performa mesin Yamaha Mio tahun 2011. (3) Perbandingan pemakaian koil standar dan busi standar dengan pemakaian koil Denso dan busi iridium pada Yamaha Mio tahun 2011 menunjukkan perbedaan nilai performa.

Suarnata, et. al., (2017), telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan penggunaan koil standar dan koil *racing* KTC terhadap daya mesin dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Yamaha Mio tahun 2006. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *dynotest*, untuk memperoleh data berupa nilai daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption*). Pengujian dengan koil standar menunjukkan hasil daya optimum 8,87 PS pada putaran mesin 8000 rpm sedangkan daya minimum 1,18 PS pada putaran mesin 3000 rpm dan menunjukkan SFC (*specific fuel consumption*) optimal 18,84 kg/j pada putaran mesin 8000 rpm sedangkan SFC minimal 0,08 kg/j pada putaran mesin 3000 rpm. Pengujian dengan koil *racing* ktc menunjukkan hasil daya optimum 9,10 PS pada

putaran mesin 8000 rpm sedangkan daya minimum 1,45 PS pada putaran mesin 3000 rpm dan menunjukkan SFC optimal 19,25 kg/j pada putaran mesin 8000 rpm sedangkan SFC minimal 0,17 kg/j pada putaran mesin 3000 rpm.

2.2 Landasan Teori.

2.2.1 Motor Bensin.

Motor bensin termasuk mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang banyak digunakan sebagai sumber tenaga yang nyaman dan padu secara konstruksi untuk berbagai penggunaan seperti pada sepeda motor, sekuter dan sebagainya, Hamada dan Rahman (2014: 1852). Berdasarkan cara pembakarannya motor bensin juga sering disebut sebagai *spark ignition engine* (*SI engine*), sebab proses pembakaran dalam yang terjadi pada motor bensin menggunakan bantuan percikan bunga api.

2.2.2 Proses Pembakaran Dalam.

Proses pembakaran pada dasarnya memerlukan api, sedangkan untuk dapat menghasilkan api setidaknya diperlukan tiga unsur utama yaitu: bahan bakar, oksigen dan sumber api. Proses pembakaran tidak akan pernah terjadi apabila salah satu dari tiga unsur tersebut tidak dapat terpenuhi. Hal ini juga berlaku pada proses pembakaran dalam (*internal combustion process*) pada motor bensin, jika syarat proses pembakaran tidak terpenuhi maka motor bensin tidak dapat bekerja. Setiap jenis bahan bakar memerlukan sejumlah udara tertentu supaya bahan bakar tersebut dapat terbakar dengan sempurna, Soenarta dan Furuhamu (2002: 8). Kebutuhan bahan bakar dan oksigen selama proses pembakaran dalam berlangsung akan disuplai oleh sistem bahan bakar.

Kualitas bahan bakar yang semakin baik mampu menghasilkan proses pembakaran yang lebih baik. Pemakaian hidrogen sebagai campuran bahan bakar sangat menguntungkan bagi motor bensin untuk meningkatkan proses pembakaran, Elsemary et al., (2016: 851). Bahkan performa motor bensin juga akan meningkat apabila kualitas bahan bakar yang digunakan semakin baik. Bahan bakar pertalite mampu menghasilkan daya lebih besar dan nilai SFC yang lebih baik jika dibandingkan dengan bahan bakar premium, Ariawan et al., (2016: 58). Kemudian, sumber api yang dibutuhkan selama proses pembakaran dalam akan dihasilkan oleh sistem pengapian.

2.2.3 Sistem Pengapian.

Sistem pengapian merupakan salah satu sistem kelistrikan *engine* yang ada pada motor bensin. Sistem pengapian pada motor bensin digunakan untuk menghasilkan percikan bunga api ketika proses pembakaran berlangsung. Percikan bunga api tersebut muncul karena kerja tiga komponen utama sistem pengapian, yaitu: CDI (*capacitor discharge ignition*), koil pengapian, dan busi. CDI memiliki kegunaan utama yaitu untuk mengatur waktu pengapian dan menaikkan tegangan listrik sebelum dikirimkan ke koil pengapian, Nurcahyadi et. al., (2017: 125).

CDI mengatur waktu pengapian (*ignition timing*) secara elektronik menggunakan komponen semi-konduktor yang biasa kita kenal sebagai transistor. Tegangan listrik yang ada pada CDI dinaikkan dengan cara menyimpan terlebih dahulu muatan listrik tersebut ke dalam komponen semi-konduktor yang biasa disebut dengan kapasitor. Kapasitor diisi (*charged*) dengan tegangan tinggi

kisaran 300 volt sampai 500 volt, lalu ketika sistem pengapian bekerja (*triggered*), kapasitor tersebut akan membuang (*discharge*) energinya ke kumparan primer koil pengapian, Widjanarko (2014: 31). Jumlah muatan yang dapat disimpan dalam kapasitor tergantung pada spesifikasi kapasitor itu sendiri, yang biasanya dinyatakan dalam satuan mikrofaraad. Kapasitor akan semakin penuh, lalu ketika sudah penuh maka muatan listrik di dalamnya akan dibuang ke koil pengapian sesuai dengan waktu yang ditentukan oleh transistor sehingga koil dapat menghasilkan induksi tegangan tinggi untuk menyalakan busi.

2.2.4 Koil Pengapian.

2.2.4.1 Dasar Koil Pengapian.

Koil pengapian adalah salah satu komponen utama pada sistem pengapian yang berfungsi untuk menghasilkan induksi tegangan tinggi. Koil pengapian dapat merubah tegangan listrik dari aki 12 volt menjadi 10 kilovolt atau lebih, Pambudi et al., (2016: 3). Tegangan yang dihasilkan koil, kemudian diteruskan ke busi melalui kabel tegangan tinggi sehingga busi dapat memercikkan bunga api. Koil pengapian dapat melepaskan energi yang semakin besar pada busur bunga api yang lebih besar, karena suplai arus ke koil pengapian lebih besar, Doornbos et. al., (2015).

2.2.4.2 Konstruksi Koil Pengapian.

Koil pengapian pada umumnya dibuat berbentuk silinder yang di dalamnya terdapat dua jenis lilitan penghantar. Lilitan penghantar yang ada di dalam koil pengapian yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder, Widjanarko (2014: 5). Kumparan primer dibuat dengan penghantar yang memiliki diameter

penampang lebih besar serta jumlah lilitan yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan kumparan sekunder. Hal tersebut dilakukan agar koil pengapian dapat bekerja menurut prinsip transformator.

Kumparan primer memiliki jumlah lilitan penghantar pada kisaran angka 100 sampai 200 lilitan dengan diameter kawat penghantar 0,5 sampai 1 mm, sedangkan jumlah lilitan penghantar pada kumparan sekunder sekitar 15.000 sampai 30.000 lilitan dengan diameter kawat penghantar 0,05 mm sampai 0,1 mm, Widjanarko (2014: 5). Konstruksi koil pengapian dibuat sedemikian rupa supaya dapat merubah tegangan *input* 12 volt menjadi tegangan *output* pada kisaran angka 10.000 volt atau lebih. Tegangan *input* masuk melalui rangkaian primer, kemudian tegangan *output* dihasilkan pada rangkaian sekunder koil pengapian akibat dari terjadinya induksi elektromagnet pada koil pengapian.

Kumparan primer koil menghubungkan dua terminal yaitu terminal positif dan terminal negatif koil, Widjanarko (2014: 5). Kumparan primer memiliki dua ujung, salah satu ujungnya terhubung dengan *output* CDI, kemudian ujung yang lain dihubungkan dengan massa. Konstruksi kumparan sekunder juga mirip dengan kumparan primer yang memiliki dua ujung lilitan.

Kumparan sekunder menghubungkan dua terminal yaitu terminal positif koil dengan terminal tegangan tinggi, Widjanarko (2014: 5). Dua ujung lilitan pada kumparan sekunder masing-masing terhubung dengan *output* CDI dan terhubung dengan *output* koil/kabel tegangan tinggi. Ujung lilitan pada kumparan sekunder yang terhubung dengan *output* CDI juga terhubung dengan ujung

kumparan primer secara paralel. Kabel tegangan tinggi pada koil menghubungkan koil dengan busi.

2.2.4.3 Karakteristik Koil Pengapian.

Konstruksi koil yang berbeda akan mempengaruhi karakteristik koil. Karakteristik koil akan semakin baik apabila konstruksinya juga dibuat dengan material yang baik. Suatu material memiliki nilai hambatan yang dipengaruhi oleh temperatur dari material itu sendiri dan masing-masing material tersebut memiliki nilai tetapan yang dikenal dengan nilai hambatan koefisien temperatur, Robertson (2008: 22). Beberapa jenis material nilai hambatannya akan semakin naik jika material tersebut semakin panas. Nilai hambatan yang semakin naik akan mempengaruhi tegangan *output* yang dapat dihasilkan oleh koil pengapian tersebut. Material yang lebih tahan panas akan membuat koil pengapian dapat bekerja pada suhu yang lebih tinggi dan tidak mudah terpengaruh oleh panas.

Nilai hambatan pada koil akan mempengaruhi arus yang masuk ke koil, semakin kecil nilai hambatannya maka arus yang masuk akan semakin besar. Arus yang melalui lilitan penghantar akan menghasilkan garis-garis medan magnet (*flux*). Garis-garis medan magnet yang dapat dihasilkan oleh lilitan penghantar berbanding lurus dengan nilai arus yang melalui koil tersebut, Robertson (2008: 116). Faktor yang mempengaruhi karakteristik koil pengapian tidak hanya dari material dasar yang digunakan, namun juga dipengaruhi oleh jumlah lilitannya.

Nilai tegangan induksi elektromagnet yang dihasilkan oleh koil pengapian berbanding lurus dengan nilai garis-garis medan magnet, laju kontak antara garis-garis medan magnet dengan lilitan penghantar dan jumlah lilitan penghantar pada

koil pengapian itu sendiri, Robertson (2008: 143). Koil dengan jenis penghantar yang lebih baik dan jumlah lilitan yang lebih banyak mampu menghasilkan tegangan *output* yang lebih tinggi. Jumlah lilitan yang lebih banyak mampu menghasilkan tegangan *output* yang lebih tinggi karena induksi tegangan tinggi yang dihasilkan pada kumparan sekunder akan lebih besar. Tegangan *output* koil yang lebih tinggi akan membuat sistem pengapian dapat bekerja dengan optimal ketika proses pembakaran dalam.

2.2.4.4 Cara Kerja Koil Pengapian.

Koil pengapian berfungsi sebagai transformator untuk menghasilkan tegangan tinggi yang akan disalurkan ke busi, Widjanarko (2014: 32). Koil pengapian bekerja dengan prinsip induksi elektromagnet, seperti pada transformator. Arus listrik dari *output* CDI yang masuk ke kumparan primer akan menimbulkan medan magnet di sekitar kumparan tersebut. Medan magnet yang muncul secara mendadak di sekitar kumparan primer akan mempengaruhi kumparan sekunder.

Induksi elektromagnet pada kumparan primer disebut induksi diri (*self induction*) dan pada kumparan sekunder disebut induksi mutual (*mutual induction*), Widjanarko (2014: 1). Kumparan sekunder akan menghasilkan tegangan tinggi melalui proses induksi mutual akibat dari medan magnet yang secara tiba-tiba muncul disekitarnya. Tegangan tinggi tersebut kemudian diteruskan ke busi melalui kabel tegangan tinggi sehingga busi dapat memercikkan bunga api karena tegangan tinggi yang memaksa lewat melalui celah udara antar elektroda busi tersebut. Proses induksi mutual pada kumparan

sekunder koil akan berakhir ketika medan magnet pada kumparan primer hilang bersamaan dengan arus dari *ouput* CDI yang berhenti mengalir ke kumparan primer koil. Uraian proses diatas akan berlangsung secara kontinyu selama kendaraan beroperasi.

2.2.4.5 Koil Standar.

Koil standar biasanya digunakan pada kendaraan untuk operasional sehari-hari. Koil standar bekerja pada suhu yang relatif rendah sehingga cocok untuk pemakaian harian. Koil standar tidak mampu bekerja pada suhu yang relatif tinggi sebab material dasarnya tidak tahan panas. Koil standar terbuat dari material silikon biasa yang difungsikan untuk pemakaian harian pada kendaraan produksi pabrik, Oetomo et al., (2014: 48). Kemampuan koil standar akan lebih mudah terpengaruh apabila bekerja pada suhu yang relatif tinggi, sehingga *output* yang dihasilkan kurang optimal.

Koil standar memiliki nilai hambatan kumparan primer yang lebih kecil dari nilai hambatan pada kumparan sekunder. Nilai hambatan kumparan primer yaitu $1,1 \Omega$ dan nilai hambatan kumparan sekunder adalah $10,05 \text{ k}\Omega$, Oetomo et al., (2014: 50). Hal tersebut merupakan karakteristik koil standar yang disebabkan oleh jumlah lilitan dan diameter kawat penghantar yang berbeda pada masing-masing kumparan, seperti yang telah dibahas sebelumnya.

Tegangan *output* merupakan karakteristik dari koil pengapian yang dipengaruhi langsung oleh konstruksinya. Koil standar dengan konstruksi tersebut dapat menghasilkan tegangan *output* puncak yaitu 22 kilovolt pada putaran mesin 3000 rpm, Oetomo et al., (2014: 50). Tegangan *output* puncak tersebut diperoleh

dari proses induksi elektromagnet, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Koil standar akan menunjukkan karakteristik yang kurang baik jika dibandingkan dengan koil variasi, sebab koil standar dibuat dengan konstruksi yang tidak lebih baik dari koil variasi.

Perbedaan konstruksi koil standar dan koil variasi sebenarnya hanya terletak di nilai hambatan dalam pada kawat penghantar yang digunakan. Nilai hambatan dalam pada sebuah kawat penghantar ditentukan oleh jenis material penghantar, panjang kawat penghantar, luas penampang kawat penghantar dan temperatur penghantar tersebut, Robertson (2008: 21). Nilai hambatan dalam tersebut berbanding lurus dengan jenis material dan panjang kawat penghantar, tapi berbanding terbalik dengan luas penampang kawat penghantar. Nilai hambatan sebuah kumparan akan semakin kecil jika luas penampang kawat yang digunakan lebih besar, meskipun jumlah lilitannya sama. Kawat penghantar dengan diameter lebih besar dapat mengalirkan arus listrik yang lebih besar, sebab nilai hambatan kawat lebih kecil.

Kuat arus yang melalui kumparan pada sebuah koil akan mempengaruhi kuat medan magnet yang dihasilkan. Kuat arus yang melalui kumparan berbanding lurus dengan kuat medan magnet yang dihasilkan pada kumparan tersebut, Robertson (2008: 179). Koil pengapian dengan induksi elektromagnet yang lebih baik dapat menghasilkan tegangan output yang lebih baik pula.

2.2.4.6 Koil Variasi.

Koil variasi banyak digunakan pada kendaraan balap yang memiliki suhu kerja tinggi, Oetomo et al., (2014: 48). Koil variasi cocok digunakan pada

kendaraan balap sebab koil variasi mampu bekerja pada suhu yang relatif tinggi sesuai kebutuhan balap. Material dasar yang digunakan untuk membuat koil variasi lebih tahan terhadap panas sehingga kerja dari koil tidak mudah terpengaruh meskipun bekerja pada suhu yang relatif tinggi.

Nilai hambatan penghantar pada sebuah koil pengapian juga dapat menjadi penentu karakteristiknya. Koil variasi memiliki nilai hambatan penghantar yang lebih kecil jika dibandingkan dengan koil standar, baik pada kumparan primer maupun pada kumparan sekunder masing-masing koil tersebut. Koil variasi memiliki nilai hambatan kumparan primer $0,4 \Omega$ dan nilai hambatan kumparan sekunder $9,45 \text{ k}\Omega$, Oetomo et al., (2014: 50). Konstruksi koil variasi ini juga berpengaruh terhadap tegangan *output* yang dapat dihasilkan.

Koil variasi dengan konstruksi tersebut, pada kecepatan putaran mesin yang sama mampu menghasilkan tegangan *output* yang lebih besar jika dibandingkan dengan koil standar. Koil variasi mampu menghasilkan nilai tegangan *output* sebesar 36 kilovolt pada putaran mesin 3000 rpm, Oetomo et al., (2014: 50). Tegangan *output* sebuah koil pengapian berbanding terbalik dengan nilai hambatan pada kumparan primer dan kumparan sekunder, semakin kecil nilai hambatannya maka akan semakin besar tegangan *output* yang dapat dihasilkan oleh koil pengapian tersebut.

Hal di atas dapat terjadi karena koil variasi dengan nilai hambatan penghantar yang lebih kecil dapat dialiri oleh arus listrik yang lebih besar, sedangkan koil standar dengan nilai hambatan penghantar yang lebih besar, hanya dapat dialiri arus yang lebih kecil. Kuat medan magnet pada koil variasi akan

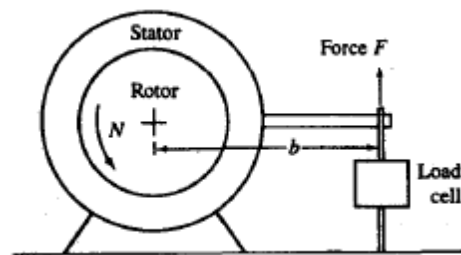
semakin besar karena arus yang melalui kumparan primer koil variasi lebih besar jika dibandingkan dengan arus yang melalui kumparan primer pada koil standar. Induksi elektromagnet yang lebih besar akan menghasilkan tegangan *output* yang semakin besar pula, Robertson (2008: 180). Koil variasi memiliki karakteristik yang lebih unggul daripada koil standar sebab konstruksi dari koil variasi dibuat dengan lebih baik jika dibandingkan dengan konstruksi dari koil standar.

2.2.5 Busi.

Busi pada sistem pengapian berfungsi untuk merubah tegangan tinggi dari koil menjadi percikan bunga api melalui celah udara antar elektroda busi. Busur api yang dihasilkan akan lebih optimal jika konstruksi busi yang digunakan pada sistem pengapian juga dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menghasilkan percikan bunga api yang besar. Percikan bunga api yang optimal dapat mengurangi emisi HC yang merupakan salah satu indikator pembakaran sempurna. Emisi HC menurun serta NO_x dan CO meningkat dengan menggunakan busi yang telah dikonstruksi ulang tanpa mengubah waktu pengapian, Huang et al., (2017: 1574).

2.2.6 Torsi dan Daya.

Torsi/momen puntir yaitu usaha mengengkol terhadap sumbu putar poros engkol, atau dapat diartikan sebagai perkalian antara gaya yang bekerja dengan jarak yang tegak lurus terhadap gaya tersebut ke pusat poros engkol, Adi dan Budiartana (2017: 46). Nilai torsi dapat dicari melalui suatu persamaan jika diketahui nilai gaya yang bekerja dan nilai jarak yang tegak lurus terhadap gaya tersebut ke poros engkol. Hal tersebut dapat dipahami melalui gambar skema prinsip kerja dinamometer di bawah ini:



Gambar 2.1. Skema Prinsip Kerja Dinamometer dalam Heywood (1988: 46).

Gambar di atas menunjukkan bahwa persamaan untuk menentukan nilai torsi adalah sebagai berikut:

$$T = F \cdot b \dots\dots\dots(1)$$

Dimana F adalah gaya yang bekerja pada lengan dinamometer, maka menurut satuan internasional, sebagai berikut:

$$T = m \cdot g \cdot b \dots\dots\dots(2)$$

Ket: T : Torsi (Nm)

F : Gaya (N)

m : massa (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

b : Jarak (m)

Prestasi sebuah mesin tidak hanya dinyatakan dalam nilai torsi saja, namun juga dinyatakan dalam nilai daya. Daya (*power*) yaitu sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin, Rahman et al., (2017). Nilai daya yang dihasilkan oleh mesin dapat ditentukan melalui sebuah persamaan, namun dengan syarat nilai torsi harus diketahui terlebih dahulu. Berikut ini adalah persamaan nilai daya yang merupakan hasil menghitung dari nilai torsi dan kecepatan sudut:

$$P = 2\pi NT \dots\dots\dots(3)$$

Dimana N merupakan kecepatan putaran mesin, maka dalam satuan internasional sebagai berikut:

$$P = \frac{2\pi NT}{60000} \dots\dots\dots(4)$$

Ket: P : Daya (kW)

N : Kecepatan putaran mesin (rev/s)

T : Torsi (Nm)

Prestasi mesin hanya dapat diketahui secara pasti, jika menggunakan alat ukur yang valid. Dinamometer pada dunia otomotif biasanya digunakan sebagai alat untuk mengukur prestasi sebuah motor bensin, Hamada dan Rahman (2014: 1856). Umumnya, dinamometer tidak menghasilkan angka/nilai torsi dan daya secara langsung. Dinamometer hanya akan menunjukkan nilai yang dapat digunakan untuk mengetahui torsi dan daya, seperti: nilai gaya yang bekerja dan jarak gaya ke titik pusat rotasi. Proses perhitungan dari data nilai gaya dan jarak yang ditunjukkan oleh dinamometer merupakan upaya untuk mengetahui nilai

torsi dan nilai daya yang dihasilkan oleh mesin. Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai torsi dan nilai daya telah dibahas sebelumnya, yaitu menggunakan persamaan (2) dan persamaan (4).

Prinsip kerja dinamometer yang biasa digunakan untuk mengukur prestasi motor bensin yaitu dengan menghubungkan poros *output* mesin dengan poros *input* dinamometer, Gilang et. al., (2016: 22). Dinamometer dengan prinsip tersebut lebih sering dikenal dengan istilah dinamometer absorpsi yang mengubah energi mekanik dari mesin menjadi skala pembebanan atau nilai tertentu, sehingga dari nilai tersebut dapat diperoleh nilai torsi dan nilai daya yang dicari. Jenis dinamometer sendiri pada dasarnya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: dinamometer penggerak, dinamometer transmisi dan dinamometer absorpsi, Saputra dan Arijanto, (2015: 121).

2.3 Pertanyaan Penelitian.

- 2.3.1 Apakah penggunaan koil variasi menunjukkan nilai prestasi mesin yang lebih baik dari penggunaan koil standar?
- 2.3.2 Apakah nilai prestasi mesin menunjukkan perbedaan yang signifikan?

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.

Proses penelitian ini dilakukan di lab motor bakar Universitas Negeri Semarang setelah proposal skripsi diseminarkan dan disetujui untuk melanjutkan ke penelitian.

3.2 Desain Penelitian.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen adalah penelitian yang dengan sengaja memberikan perlakuan terhadap salah satu variabel untuk membangkitkan suatu keadaan yang akan diteliti bagaimana akibatnya, Jaedun (2011: 5). Metode eksperimen cocok untuk menguji perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini ada tiga yaitu: percobaan motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar, percobaan motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil variasi 1 dan percobaan motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil variasi 2.

Percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan koil standar pada motor bensin 4 langkah 100 cc, kemudian prestasi motor bensin tersebut diuji menggunakan dinamometer. Proses percobaan kedua menggunakan jenis koil yang berbeda dari percobaan pertama. Koil yang digunakan pada percobaan kedua yaitu koil variasi 1, lalu prestasi dari motor bensin tersebut kembali diuji dengan alat yang sama seperti percobaan pertama yaitu dinamometer. Percobaan ketiga menggunakan jenis koil yang berbeda dari dua percobaan sebelumnya yaitu koil

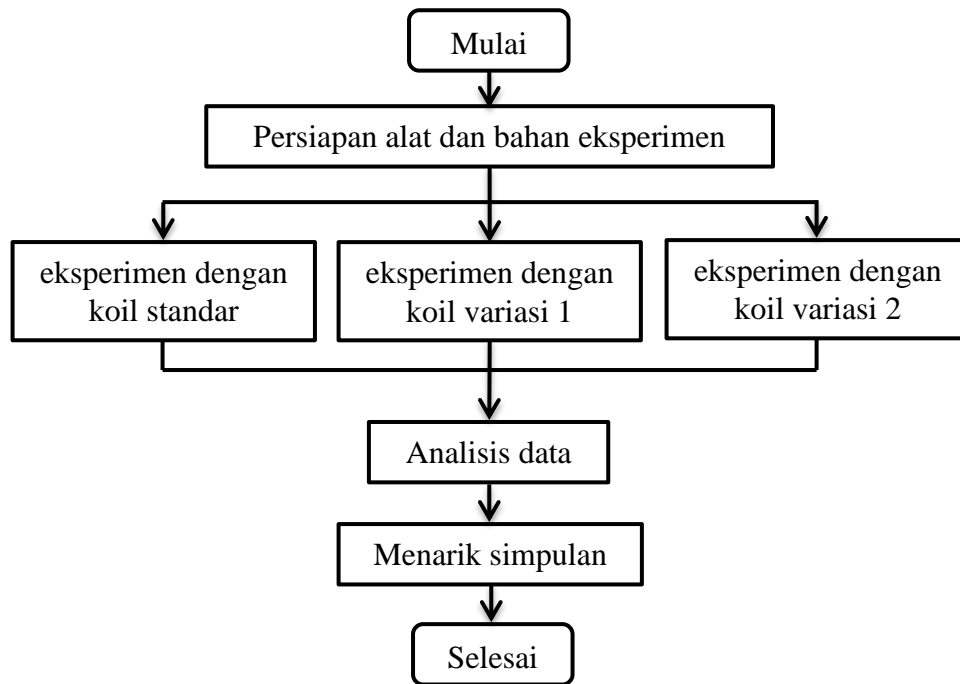
variasi 2, kemudian prestasi motor bensin tersebut kembali diuji dengan alat yang sama yaitu dinamometer.

Pengujian prestasi motor bensin pada tiga percobaan tersebut dilakukan dalam beberapa rentang kecepatan putaran mesin, antara lain: 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, dan 8000 rpm. Percobaan pada setiap rentang kecepatan mesin akan diulangi masing-masing tiga kali agar tiga hasil yang diperoleh dapat dibandingkan untuk memastikan dinamometer yang digunakan dalam mengukur prestasi motor bensin tersebut dapat bekerja dengan baik. Tiga hasil pengukuran pada masing-masing kecepatan putaran mesin tersebut kemudian akan diambil rata-rata supaya lebih mudah untuk dideskripsikan dalam tabel, grafik ataupun diagram.

Kecepatan putaran mesin saat pengujian perlu diamati agar sesuai dengan rentang yang telah ditentukan sebelumnya. Alat ukur yang digunakan untuk memastikan kecepatan putaran mesin dalam pengujian ini yaitu tachometer. Tachometer merupakan salah satu alat ukur kecepatan putaran mesin yang dihubungkan dengan koil pengapian untuk mendeteksi kecepatan putaran mesin.

Dinamometer yang digunakan untuk menguji prestasi motor bensin pada penelitian ini hanya akan menghasilkan nilai beban pengereman, panjang lengan dinamometer terhadap porosnya serta kecepatan putaran mesin. Nilai torsi dan daya pada penelitian ini didapat dari hasil menghitung melalui persamaan nilai torsi (2) dan persamaan nilai daya (4) berdasarkan nilai kecepatan putaran mesin, nilai beban pengereman dan panjang lengan dinamometer terhadap porosnya yang

diperoleh sebelumnya. Desain penelitian ini dapat dipahami melalui diagram alir (*flowchart*) berikut ini:

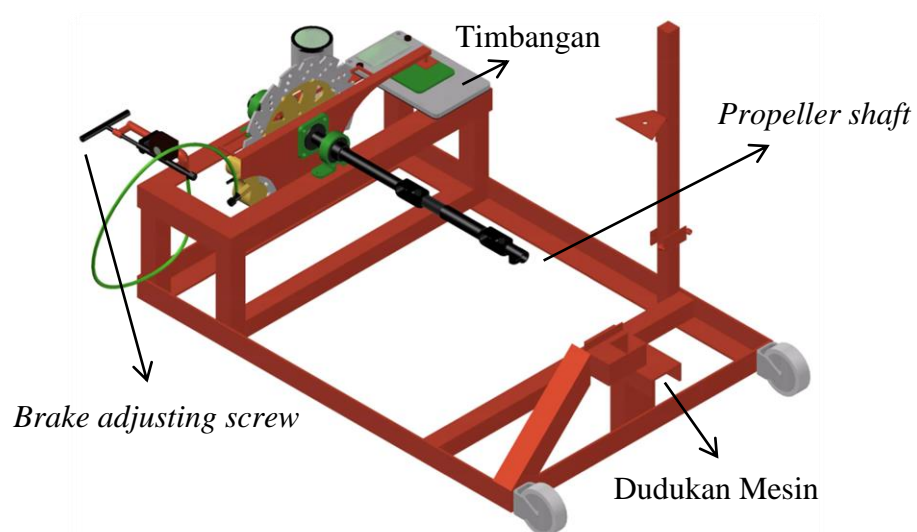


Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.3 Alat dan Bahan Penelitian.

3.3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

3.3.1.1 Dinamometer.



Gambar 3.2. Desain dynamometer

Pengukuran prestasi mesin dilakukan dengan cara menghubungkan poros *output* mesin dan poros *input* dinamometer melalui *propeller shaft* pada dinamometer. Putaran mesin langsung diteruskan ke dinamometer, lalu memutar piringan cakram pada dinamometer. Piringan cakram yang berputar sesuai putaran mesin akan direm agar beban pengeremannya dapat diukur melalui timbangan yang ada pada dinamometer. Kekuatan pengereman pada dinamometer sekaligus mengatur rentang kecepatan putaran mesin yang akan diamati. Pengaturan kekuatan pengereman dilakukan dengan memutar *brake adjusting screw* pada dinamometer, lalu putaran mesin diperiksa dengan tachometer digital untuk memastikan kecepatannya sudah sesuai dengan rentang kecepatan yang akan diamati. Selanjutnya, timbangan pada dinamometer harus dikalibrasi terlebih dahulu supaya hasil pengukuran yang diperoleh nantinya valid.

Kalibrasi pada dinamometer dilakukan dengan mengatur lengan yang akan menyentuh timbangan pada dinamometer. Timbangan harus dijaga supaya tetap menunjukkan angka nol dan baru menunjukkan angka hasil pengukuran ketika dilakukan pengereman. Lengan pada dinamometer diatur supaya tidak menyentuh timbangan ketika tidak digunakan dalam pengukuran, sehingga timbangan tetap menunjukkan angka nol. Lengan pada dinamometer mulai menyentuh timbangan bersamaan dengan dilakukan proses pengereman, sehingga timbangan mulai menunjukkan angka hasil pengukuran bersamaan dengan dilakukannya pengereman.

3.3.1.2 Tachometer.

Tachometer merupakan alat yang digunakan untuk membaca kecepatan putaran mesin. Tachometer yang digunakan pada penelitian ini adalah tachometer jenis digital. Tachometer jenis digital ini biasanya dilengkapi dengan tiga kabel, yaitu: dua kabel sumber tenaga untuk tachometer tersebut dan satu kabel yang dihubungkan dengan positif koil sebagai input untuk mendeteksi kecepatan putaran mesin. Kabel sumber tenaga pada tachometer masing-masing dihubungkan ke sumber arus positif dan yang lain dihubungkan ke negatif/massa.

3.3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian, antara lain:

3.3.2.1 Motor bensin 4 langkah 100 cc.

Motor bensin 4 langkah 100 cc yang digunakan dalam penelitian yaitu Honda Astrea Grand. Gambaran umum mengenai spesifikasi mesin Honda Astrea Grand adalah, sebagai berikut:

Tabel 3.1. Data model sepeda motor, Solikin dan Sutiman (2005: 2-3).

Bagian	Spesifikasi
Tipe mesin	Empat langkah, OHC, pendinginan udara
Susunan silinder	Silinder tunggal
Kapasitas silinder	97,1
Diameter x langkah	50 x 40,9 mm
Perbandingan kompresi	8,8 : 1
Daya maksimum	7,5 DK/8000 rpm atau 5,6 kW/8000 rpm
Torsi maksimum	0,77 kg-m/6000 rpm atau 7,55 Nm/6000 rpm
Kapasitas pelumas	0,75 liter penggantian periodik; 0,90 liter bongkar mesin; oli SAE 20W/50, API service SE

3.3.2.2 Koil standar.

Koil standar yang digunakan adalah koil standar milik Honda Astrea Grand, berikut spesifikasi koil standar:

Tabel 3.2. Spesifikasi koil standar

		Koil standar
Nilai tahanan koil	Kumparan primer	2 Ω
	Kumparan sekunder	9 k Ω

3.3.2.3 Koil variasi 1.

Koil variasi 1 yang digunakan pada penelitian ini adalah koil pengapian dengan merek Blue Thunder, berikut adalah spesifikasi koil variasi 1:

Tabel 3.3. Spesifikasi koil variasi 1

		Koil variasi 1
Nilai tahanan koil	Kumparan primer	0,5 Ω
	Kumparan sekunder	8,5 k Ω

3.3.2.4 Koil variasi 2.

Koil variasi 2 yang digunakan dalam penelitian ini yaitu koil dengan merek KTC, berikut adalah spesifikasi koil variasi 2:

Tabel 3.4. Spesifikasi koil variasi 2

		Koil variasi 2
Nilai tahanan koil	Kumparan primer	0,5 Ω
	Kumparan sekunder	7 k Ω

3.3.2.5 Bahan bakar.

Bahan bakar yang digunakan selama proses eksperimen adalah bahan bakar jenis pertalite. Pertalite digunakan pada setiap pengujian supaya hasil yang

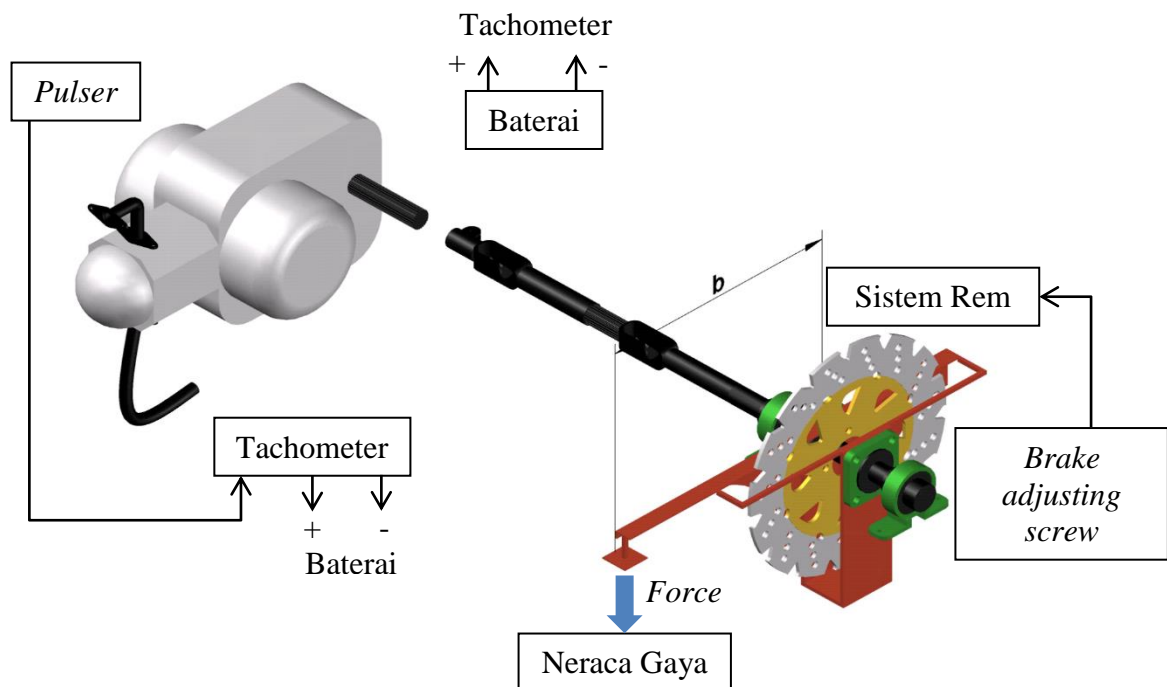
diperoleh tidak terpengaruh oleh variabel lain, selain variabel bebas. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu jenis koil yang digunakan pada setiap pengujian.

3.3.2.6 Baterai 12 volt.

Baterai 12 volt digunakan sebagai sumber tegangan untuk menghidupkan tachometer digital.

3.4 Langkah Pengujian.

Dinamometer yang digunakan dalam pengujian yaitu jenis dinamometer absorpsi. Dinamometer dihubungkan langsung dengan poros *output* transmisi mesin melalui *propeller shaft* pada dinamometer. Skema alat uji dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.3. Skema alat uji

Pengujian prestasi mesin dilakukan untuk memperoleh nilai torsi dan daya mesin menggunakan koil standar dan koil variasi. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui perbandingan nilai torsi dan daya motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Nilai torsi dan daya motor bensin menggunakan koil standar dan koil variasi dapat diperoleh melalui beberapa tahapan, seperti di bawah ini:

1. Siapkan alat dan bahan penelitian.
2. Siapkan dinamometer pada permukaan datar.
3. Lakukan *tune-up engine*. Pengujian pertama gunakan koil standar.
4. Pastikan sistem pengereman pada dinamometer belum bekerja.
5. Hubungkan tachometer digital dengan baterai 12 volt sebagai sumber daya supaya tachometer dapat bekerja. Rangkain kelistrikannya yaitu, Kabel hitam pada tachometer dihubungkan dengan terminal positif baterai, lalu kabel hijau pada tachometer dihubungkan dengan terminal negatif baterai.
6. Nyalakan timbangan digital dengan menekan tombol “power” dan atur pembacaannya di satuan gram (g) dengan menekan tombol “unit” pada timbangan digital.
7. Hidupkan mesin selama ± 5 menit pada putaran stasioner hingga mencapai suhu kerja yaitu 80° - 90° C.
8. Posisikan transmisi mesin pada gigi dengan perbandingan 1:1, yaitu posisi gigi percepatan 3.
9. Kondisikan gas pada posisi terbuka penuh, yaitu pembacaan tachometer digital pada 8500 rpm.

10. Lakukan pengereman dengan memutar *brake adjusting screw* pada dinamometer untuk menurunkan putaran mesin hingga 8000 rpm. Perhatikan tachometer untuk memastikan putaran mesin sudah turun pada 8000 rpm.
11. Amati nilai beban pengereman yang ditunjukkan timbangan digital pada putaran 8000 rpm. Lalu, catat hasilnya ke dalam tabel instrumen nilai beban pengereman (tabel 3.5).
12. Turunkan putaran mesin hingga 7000 rpm dengan memutar *brake adjusting screw* pada dinamometer. Perhatikan tachometer untuk memastikan putaran mesin sudah turun pada 7000 rpm.
13. Amati nilai beban pengereman yang ditunjukkan timbangan digital pada putaran 7000 rpm. Kemudian, catat hasilnya ke dalam tabel instrumen nilai beban pengereman (tabel 3.5).
14. Turunkan putaran mesin hingga 6000 rpm dengan memutar *brake adjusting screw* pada dinamometer. Perhatikan tachometer untuk memastikan putaran mesin sudah turun pada 6000 rpm.
15. Amati nilai beban pengereman yang ditunjukkan timbangan digital pada putaran 6000 rpm. Selanjutnya, catat hasil nilai beban pengereman ke dalam tabel instrumen nilai beban pengereman (tabel 3.5).
16. Turunkan putaran mesin hingga 5000 rpm dengan memutar *brake adjusting screw* pada dinamometer. Perhatikan tachometer untuk memastikan putaran mesin sudah turun pada 5000 rpm.

17. Amati nilai beban pengereman yang ditunjukkan timbangan digital pada putaran 5000 rpm. Lalu, catat hasilnya ke dalam tabel instrumen nilai beban pengereman (tabel 3.5).
18. Turunkan putaran mesin hingga 4000 rpm dengan memutar *brake adjusting screw* pada dinamometer. Perhatikan tachometer untuk memastikan putaran mesin sudah turun pada 4000 rpm.
19. Amati nilai beban pengereman yang ditunjukkan timbangan digital pada putaran 4000 rpm. Lalu, catat hasilnya ke dalam tabel instrumen nilai beban pengereman (tabel 3.5).
20. Bebaskan pengereman pada dinamometer dengan memutar *brake adjusting screw*.
21. Kondisikan mesin kembali ke putaran stasioner dengan memutar gas.
22. Matikan mesin. Lalu, tunggu hingga mesin dingin untuk melanjutkan ke pengujian berikutnya.
23. Pengujian kedua menggunakan koil variasi 1. Pengujian kedua dilakukan dengan mengulangi langkah pengujian mulai dari langkah ke 3 (*tune-up engine*) sampai dengan langkah ke 22 (matikan mesin).
24. Pengujian ketiga menggunakan koil variasi 2. Pengujian ketiga dilakukan dengan mengulangi langkah pengujian mulai dari langkah ke 3 (*tune-up engine*) sampai dengan langkah ke 22 (matikan mesin).

Tabel instrumen nilai beban pengereman yang digunakan yaitu, seperti di bawah ini:

Tabel 3.5. Instrumen nilai beban pengereman dalam kilogram (kg)

Putaran \ Koil	Koil standar	Koil variasi 1	Koil variasi 2
4000 rpm	1		
	2		
	3		
5000 rpm	1		
	2		
	3		
6000 rpm	1		
	2		
	3		
7000 rpm	1		
	2		
	3		
8000 rpm	1		
	2		
	3		

25. Lakukan analisis data nilai beban pengereman pada tabel instrumen beban pengereman (tabel 3.5) menggunakan persamaan nilai torsi (2) sehingga diperoleh nilai torsi mesin untuk setiap rentang kecepatan putaran mesin yang diamati, yaitu 4000, 5000, 6000, 7000, 8000 rpm.
26. Himpun data nilai torsi mesin dari hasil analisis menggunakan persamaan nilai torsi (2) ke dalam tabel instrumen torsi mesin (tabel 3.6).

Tabel instrumen torsi mesin yang digunakan yaitu, sebagai berikut:

Tabel 3.6. Instrumen torsi mesin dalam newtonmeter (Nm)

Putaran	Koil	Koil standar	Koil variasi 1	Koil variasi 2
4000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
5000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
6000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
7000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
8000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			

27. Lakukan analisis data nilai torsi mesin pada tabel instrumen torsi mesin (tabel 3.6) menggunakan persamaan nilai daya (4) sehingga diperoleh nilai daya mesin untuk setiap rentang kecepatan putaran mesin yang diamati, yaitu 4000, 5000, 6000, 7000, 8000 rpm.
28. Himpun data nilai daya mesin dari hasil analisis menggunakan persamaan nilai daya (4) ke dalam tabel instrumen daya mesin (tabel 3.7).

Tabel instrumen daya mesin yang digunakan yaitu, sebagai berikut:

Tabel 3.7. Instrumen daya mesin dalam kilowatt (kW)

Putaran	Koil	Koil standar	Koil variasi 1	Koil variasi 2
4000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
5000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
6000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
7000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			
8000 rpm	1			
	2			
	3			
	<i>Mean</i>			

Pengujian dilakukan hingga putaran mesin paling bawah yaitu 4000 rpm, sebab mesin yang diuji menggunakan kopling tipe otomatis. Mesin dengan kopling tipe otomatis tersebut tidak mampu menahan beban pengereman yang diberikan pada putaran dibawah 4000 rpm dalam kondisi gigi percepatan 1:1, yaitu pada posisi gigi transmisi 3. Pembebanan di bawah putaran 4000 rpm yang diberikan pada mesin menyebabkan kopling slip sehingga mesin mati. Oleh sebab itu, data untuk putaran mesin di bawah 4000 rpm tidak dapat diambil/diperoleh.

3.5 Parameter Penelitian.

Penelitian dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa parameter supaya memperoleh hasil yang valid. Parameter yang perlu diperhatikan yaitu

kondisi alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Alat yang digunakan harus dapat dikalibrasi dan berfungsi dengan normal. Bahan yang digunakan dalam penelitian harus dijaga kondisinya supaya sama pada setiap percobaan yang akan dilakukan selama penelitian.

Dinamometer harus mampu mencatat beban pengereman mesin pada setiap rentang kecepatan putaran mesin selama proses penelitian berlangsung. Dinamometer mulai mencatat hasil beban pengereman bersamaan ketika dilakukan pengereman. Dinamometer harus mampu melakukan pengereman pada setiap rentang kecepatan putaran mesin dan mudah pengaturannya. Tachometer harus dapat digunakan untuk mengukur setiap rentang kecepatan putaran mesin.

Bahan penelitian juga harus diperhatikan, seperti kondisi mesin dan bahan bakar yang digunakan selama proses pengujian. Kondisi mesin harus dijaga agar tetap sama pada setiap percobaan yang akan dilakukan. Kondisi mesin yang dijaga tetap sama akan menjaga agar hasil penelitian tetap valid. Bahan bakar yang digunakan juga dijaga agar sama pada setiap percobaan/pengujian supaya hasil penelitian tetap valid.

3.6 Teknik Pengumpulan Data.

Data pada penelitian ini diperoleh dengan teknik pengumpulan data pengujian dan observasi langsung. Pengujian dilakukan untuk memperoleh data aktual nilai beban pengereman. Lalu, observasi dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian. Hasil pengujian dan pengamatan selama proses penelitian berlangsung dicatat untuk kemudian dapat dianalisis.

3.7 Kalibrasi Instrumen.

Dinamometer merupakan instrumen yang harus dikalibrasi agar hasil penelitian tetap valid. Pengereman pada dinamometer dilakukan pada setiap rentang kecepatan putaran mesin dengan mengatur baut (*brake adjusting screw*) pada master silinder rem. Rentang kecepatan putaran mesin ditentukan dengan tachometer yang dipasang pada mesin. Pengukuran beban pengereman dilakukan dengan timbangan digital yang mulai mencatat bersamaan ketika dilakukan pengereman.

3.8 Teknik Analisis Data.

Pengukuran prestasi motor bensin dengan dinamometer akan menghasilkan tiga data pokok. Data pokok yang diperoleh adalah kecepatan putaran mesin, panjang lengan dinamometer, dan nilai gaya atau beban pengereman. Tiga data pokok tersebut kemudian dianalisis menggunakan persamaan nilai torsi (2) dan persamaan nilai daya (4) sehingga diperoleh nilai torsi dan nilai daya. Nilai torsi dan nilai daya hasil kalkulasi tersebut kemudian dihimpun dalam tabel instrumen torsi mesin (tabel 3.6) dan tabel instrumen daya mesin (tabel 3.7).

Hubungan antar variabel bebas ditentukan oleh nilai yang ditunjukkan variabel terikat. Data yang telah dihimpun dalam tabel instrumen torsi mesin (tabel 3.6) dan tabel instrumen daya mesin (tabel 3.7) pada penelitian ini kemudian diolah dengan teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif menampilkan data tersebut ke dalam bentuk grafik dan diagram, lalu simpulan dibuat berdasarkan grafik dan diagram data yang telah ditampilkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data.

4.1.1 Data hasil uji kelayakan dinamometer.

Data yang diambil sebelum pengujian yaitu data hasil uji kelayakan dinamometer. Data hasil uji kelayakan dinamometer diperoleh dengan mengisi instrumen uji kelayakan. Instrumen uji kelayakan diisi oleh dua dosen ahli setelah masing-masing dosen ahli mengamati secara langsung dinamometer tersebut. Data hasil uji kelayakan dinamometer dapat digunakan sebagai dasar penilaian bahwa dinamometer layak digunakan dalam pengujian prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc. Data hasil uji kelayakan dinamometer dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini:

1. Data hasil uji kelayakan dinamometer dengan bapak Wahyudi, S.Pd., M.Eng. sebagai dosen ahli.

Tabel 4.1. Data hasil uji kelayakan dinamometer.

No	Aspek penilaian	Nilai
1	Tampilan hasil beban pengereman	5
2	Tampilan kecepatan putaran mesin	5
3	Instalasi sistem kelistrikan	3
4	Instalasi sistem pengaturan kecepatan putaran mesin	5
5	Instalasi sistem pengereman	4
6	Instalasi sistem bahan bakar	4
7	Instalasi mesin pada alat ukur	5
8	Instalasi poros penghubung	4
9	Mobilitas alat ukur	4
10	Pengoperasian alat ukur secara individu	5
	Total	44
	Skor ideal	50

Nilai yang diperoleh pada tabel diatas adalah 44 dari jumlah total nilai yang dapat dikumpulkan yaitu 50. Nilai yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan persamaan $P = \frac{nX}{nY} \times 100\%$, maka seperti berikut:

$$P = \frac{nX}{nY} \times 100\%$$

$$P = \frac{44}{50} \times 100\%$$

$$P = 88\%$$

Presentase yang didapatkan dari analisis diatas kemudian digunakan sebagai dasar menentukan kelayakan dinamometer dengan melihat tabel kriteria pencapaian di bawah ini:

Tabel 4.2. Kriteria pencapaian

Bobot	Keterangan	Presentase penilaian
4	Sangat layak	76-100%
3	Layak	51-75%
2	Kurang layak	26-50%
1	Tidak layak	0-25%

Sumber: Budiman dan Sukardi (2018: 209)

Nilai presentase yang diperoleh yaitu 88% menunjukkan bahwa dinamometer dapat dikatakan sangat layak berdasarkan tabel kriteria pencapaian (tabel 4.2) di atas.

2. Data hasil uji kelayakan dinamometer dengan bapak Angga Septiyanto, S.Pd., M.T. sebagai dosen ahli.

Tabel 4.3. Data hasil uji kelayakan dinamometer

No	Aspek penilaian	Nilai
1	Tampilan hasil beban pengereman	4
2	Tampilan kecepatan putaran mesin	4
3	Instalasi sistem kelistrikan	4
4	Instalasi sistem pengaturan kecepatan putaran mesin	4
5	Instalasi sistem pengereman	4
6	Instalasi sistem bahan bakar	4
7	Instalasi mesin pada alat ukur	3
8	Instalasi poros penghubung	3
9	Mobilitas alat ukur	4
10	Pengoperasian alat ukur secara individu	4
Total		38
Skor ideal		50

Nilai yang diperoleh pada tabel diatas adalah 38 dari jumlah total nilai yang dapat dikumpulkan yaitu 50. Nilai yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan persamaan $P = \frac{nX}{nY} \times 100\%$, maka seperti berikut:

$$P = \frac{nX}{nY} \times 100\%$$

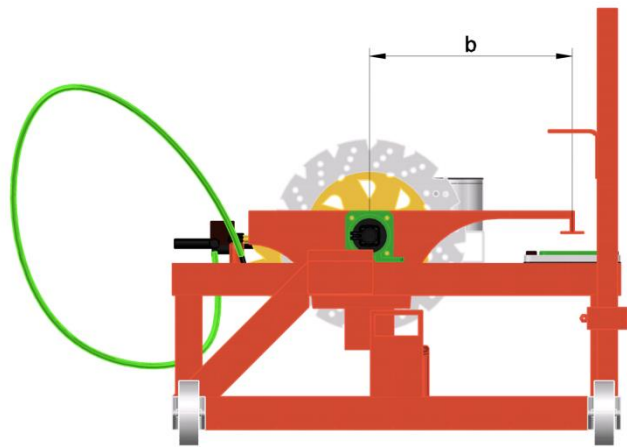
$$P = \frac{38}{50} \times 100\%$$

$$P = 76\%$$

Presentase yang didapatkan dari analisis diatas kemudian digunakan sebagai dasar menentukan kelayakan dinamometer dengan melihat tabel kriteria pencapaian (tabel 4.2). Nilai presentase yang diperoleh yaitu 76% menunjukkan bahwa dinamometer dapat dikatakan sangat layak berdasarkan tabel kriteria pencapaian (tabel 4.2).

Data pokok yang diperoleh pada penelitian ini yaitu, nilai kecepatan putaran mesin, nilai panjang lengan dinamometer dan nilai beban pengereman. Tiga data tersebut dikumpulkan dengan teknik pengumpulan data penelitian dan observasi langsung. Deskripsi untuk masing-masing data tersebut adalah:

4.1.2 Nilai panjang lengan dinamometer.



Gambar 4.1. Panjang lengan dinamometer

Nilai panjang lengan dinamometer merupakan nilai yang selalu konstan pada setiap pengujian yang dilakukan, yaitu 0,39 meter. Nilai panjang lengan dinamometer diperoleh dari hasil mengukur jarak antara ujung lengan yang menyentuh timbangan pada dinamometer dengan poros dinamometer tersebut. Nilai panjang lengan dinamometer kemudian dianalisis bersamaan dengan nilai beban pengereman menggunakan persamaan nilai torsi (2) supaya diperoleh nilai torsi dari motor bensin yang sedang diuji.

4.1.3 Nilai kecepatan putaran mesin.

Nilai kecepatan putaran mesin adalah nilai yang telah ditentukan sebelum proses pengujian. Nilai tersebut ditentukan berdasarkan tabel spesifikasi mesin

(tabel 3.1) yang menunjukkan nilai torsi dan nilai daya tertinggi dari mesin yang digunakan sebagai bahan dalam pengujian. Nilai kecepatan putaran mesin dibuat selalu sama pada masing-masing pengujian menggunakan koil standar dan koil variasi, yaitu pada rentang 4000, 5000, 6000, 7000, dan 8000 rpm. Nilai kecepatan putaran mesin diukur menggunakan tachometer yang dipasangkan dengan sistem pengapian.

4.1.4 Nilai beban pengereman.

Nilai beban pengereman adalah gaya yang bekerja akibat dari proses pengereman yang terjadi pada dinamometer. Gaya tersebut bekerja pada ujung lengan dinamometer yang menyentuh timbangan pada dinamometer. Nilai beban pengereman pada dinamometer dicatat oleh timbangan digital dalam satuan gram (g) yang kemudian dikonversi ke satuan kilogram (kg) supaya bisa dianalisis bersamaan dengan nilai panjang lengan menggunakan persamaan nilai torsi (2). Data nilai beban pengereman yang diperoleh selama pengujian dapat dilihat pada bagian lampiran.

4.2 Analisis Data.

Tiga data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis dengan persamaan nilai torsi (2) dan persamaan nilai daya (4). Data nilai panjang lengan dinamometer selalu sama untuk setiap pengujian yang dilakukan yaitu 0,39 m, maka nilai tersebut dapat langsung dimasukkan ke dalam persamaan nilai torsi (2) sehingga tidak perlu dicatat dalam tabel. Data berikutnya adalah data nilai beban pengereman pada masing-masing kecepatan putaran mesin yang diamati. Data nilai beban pengereman perlu dicatat terlebih dahulu sebab nilai tersebut dapat

menunjukkan nilai yang berbeda untuk setiap kecepatan putaran mesin yang diamati.

Data nilai beban pengereman yang telah dihimpun kemudian dianalisis bersamaan dengan nilai panjang lengan dinamometer yang telah diketahui sebelumnya. Dua data tersebut dianalisis menggunakan persamaan nilai torsi (2) sehingga diperoleh nilai torsi dalam newtonmeter (Nm). Nilai torsi yang diperoleh dari hasil analisis tersebut kemudian dihimpun pada tabel nilai torsi dalam newtonmeter (tabel 3.6).

Data nilai torsi yang telah dihimpun selanjutnya dianalisis bersamaan dengan masing-masing nilai kecepatan putaran mesin, sesuai dengan data yang telah dihimpun sebelumnya pada tabel nilai torsi dalam newtonmeter (tabel 3.6). Dua data tersebut dianalisis menggunakan persamaan nilai daya (4) sehingga diperoleh nilai daya dalam kilowatt (kW). Nilai daya yang diperoleh dari hasil analisis tersebut kemudian dihimpun pada tabel nilai daya dalam kilowatt (tabel 3.7). Perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

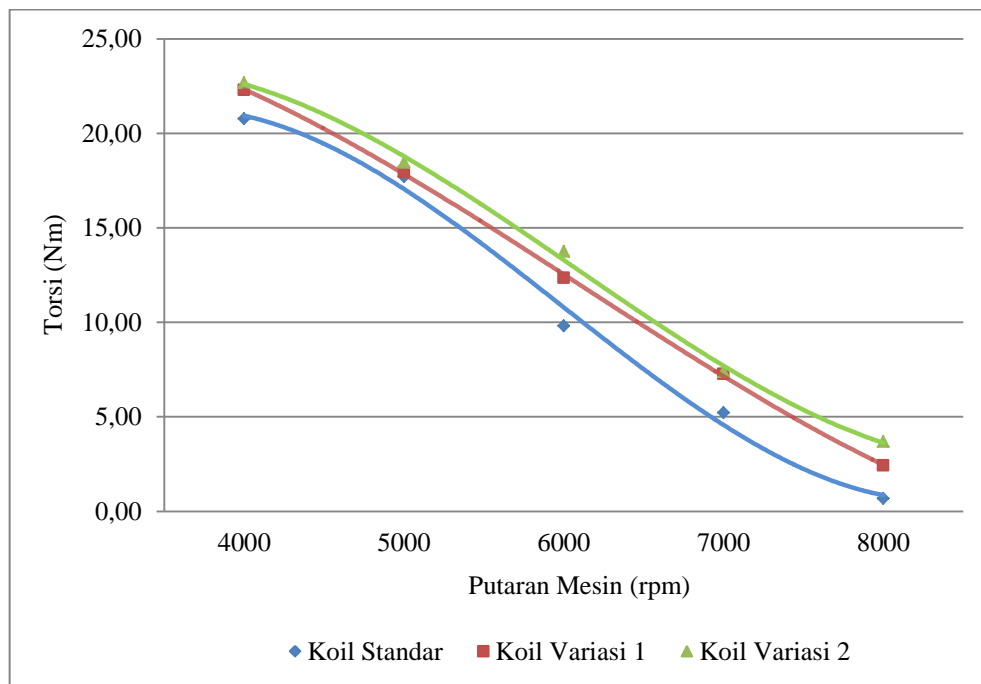
Tabel 4.4. Perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi.

Putaran mesin (rpm)	Koil standar		Koil variasi 1		Koil variasi 2	
	T (Nm)	P (kW)	T (Nm)	P (kW)	T (Nm)	P (kW)
4000 rpm	20,77	8,69	22,30	9,33	22,68	9,49
5000 rpm	17,71	9,27	17,96	9,40	18,47	9,67
6000 rpm	9,81	6,16	12,36	7,76	13,76	8,64
7000 rpm	5,22	3,83	7,26	5,32	7,39	5,41
8000 rpm	0,69	0,58	2,42	2,03	3,69	3,09
Rata-rata	10,84	5,71	12,46	6,77	13,2	7,26

Tabel di atas menunjukkan perbandingan rata-rata nilai torsi dan rata-rata nilai daya yang mampu dihasilkan pada rentang kecepatan putaran mesin 4000, 5000, 6000, 7000, dan 8000 rpm oleh motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Koil variasi 2 menghasilkan rata-rata nilai prestasi mesin paling tinggi, lalu diikuti koil variasi 1 yang memperoleh rata-rata nilai prestasi mesin lebih rendah dan koil standar dengan rata-rata nilai prestasi mesin paling rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa koil variasi 2 lebih unggul jika dibandingkan dengan koil variasi 1 ataupun koil standar.

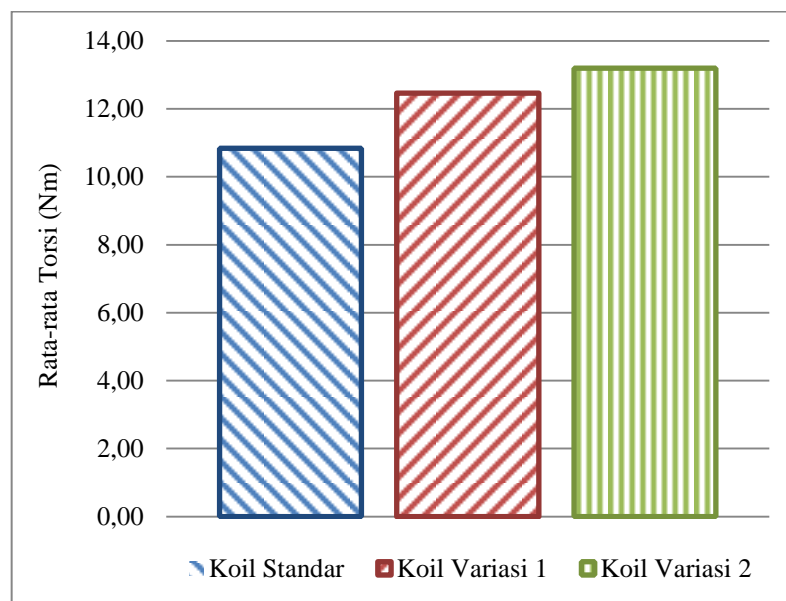
4.3 Pembahasan.

Data nilai torsi dan nilai daya yang telah dihimpun sebelumnya, disajikan kembali dalam bentuk grafik dan diagram. Grafik nilai torsi dan nilai daya tersebut digunakan untuk menyusun pembahasan yang akan mendeskripsikan hubungan/pengaruh variasi koil pengapian terhadap prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc. Grafik nilai torsi adalah seperti di bawah ini:



Gambar 4.2. Hubungan antara putaran (rpm) dan torsi (Nm) motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi.

Hubungan antara putaran mesin (rpm) dengan nilai torsi (Nm) menunjukkan nilai yang saling berbanding terbalik. Nilai torsi tertinggi dihasilkan pada putaran mesin paling rendah dan semakin tinggi putaran mesin menunjukkan nilai torsi yang semakin turun. Koil variasi 2 menunjukkan nilai torsi yang paling tinggi, kemudian diikuti koil variasi 1 dengan nilai torsi di bawah koil variasi 2, sedangkan koil standar menunjukkan nilai torsi paling rendah diantara tiga jenis koil yang digunakan dalam penelitian. Perbedaan nilai torsi yang dihasilkan masing-masing koil pada setiap rentang kecepatan dalam grafik 4.1 disusun menjadi diagram batang, supaya dapat dianalisis perbandingan rata-rata nilai torsi yang dihasilkan pada seluruh rentang putaran mesin yang diamati. Diagram rata-rata nilai torsi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi adalah seperti di bawah ini:



Gambar 4.3. Perbandingan rata-rata torsi (Nm) motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi.

Diagram di atas menunjukkan perbandingan rata-rata nilai torsi pada motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Koil variasi 2 menunjukkan rata-rata nilai torsi yang paling tinggi, kemudian diikuti koil variasi 1 dengan rata-rata nilai torsi di bawah koil variasi 2, sedangkan koil standar menunjukkan rata-rata nilai torsi paling rendah diantara tiga jenis koil yang digunakan dalam penelitian. Rata-rata nilai torsi pada diagram di atas diperoleh dari tabel perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi (tabel 4.4). Perbedaan rata-rata nilai torsi yang dihasilkan masing-masing koil tersebut disebabkan oleh konstruksi dan karakteristik yang dimiliki masing-masing koil itu sendiri.

Koil pengapian dengan nilai hambatan kumparan primer yang lebih kecil dapat menghasilkan garis-garis medan magnet (*flux*) lebih banyak, sebab arus yang melalui kumparan primer tersebut lebih besar. Garis-garis medan magnet (*flux*) muncul akibat dari keberadaan gaya magnet yang secara langsung

berbanding lurus dengan nilai arus listrik yang melalui kumparan primer, Bird (2007: 73). Karakteristik koil pengapian tersebut juga dapat mempengaruhi nilai tegangan *output* yang bisa dihasilkan oleh koil pengapian itu sendiri.

Koil pengapian dapat menghasilkan tegangan *output* yang lebih besar, jika koil tersebut mampu menimbulkan garis-garis medan magnet yang lebih banyak. Garis-garis medan magnet yang ditimbulkan oleh kumparan primer ini kemudian akan bersinggungan dengan kumparan sekunder. Laju persinggungan antara garis-garis medan magnet dengan kumparan sekunder akan menyebabkan terjadinya induksi tegangan tinggi pada kumparan sekunder koil, sehingga koil pengapian mampu menghasilkan tegangan *output* untuk memenuhi kebutuhan sistem pengapian mesin. Induksi tegangan tinggi secara langsung berbanding lurus dengan laju perubahan garis-garis medan magnet yang bersinggungan dengan kumparan sekunder koil, Hurley dan Wölfle (2013: 30). Koil pengapian dengan karakteristik yang lebih baik mampu menghasilkan pembakaran dalam yang lebih sempurna, sehingga prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi menunjukkan perbedaan.

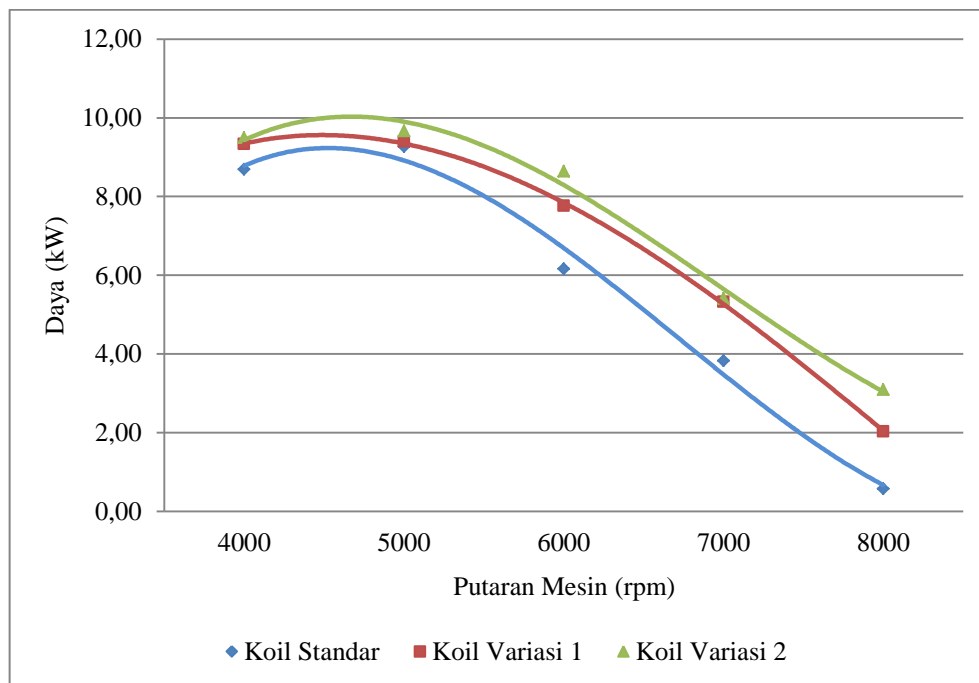
Hal tersebut ditunjukkan dengan perbandingan rata-rata nilai torsi yang diperoleh dalam pengujian motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Hasil pengujian untuk seluruh rentang kecepatan putaran mesin, menunjukkan bahwa koil variasi 2 dengan nilai hambatan kumparan primer $0,5 \Omega$ dan nilai hambatan kumparan sekunder $7 \text{ k}\Omega$ memperoleh hasil rata-rata nilai torsi $13,20 \text{ Nm}$. Kemudian, dibawahnya adalah koil variasi 1 dengan nilai hambatan kumparan primer $0,5 \Omega$ dan nilai hambatan kumparan sekunder $8,5$

k Ω dengan hasil rata-rata nilai torsi 12,46 Nm. Lalu, di posisi terakhir adalah koil standar dengan nilai hambatan kumparan primer 2 Ω dan nilai hambatan kumparan sekunder 9 k Ω yang menghasilkan rata-rata nilai torsi 10,84 Nm.

Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait perbandingan prestasi motor bensin menggunakan koil standar dan koil variasi. Laksono dan Wulandari (2016: 389) menyimpulkan bahwa motor bensin menggunakan koil variasi DENSO tipe basah mampu meningkatkan performa mesin sepeda motor Yamaha Mio *Sporty* tahun 2011 sebab komponen lilitan kumparan sekunder lebih banyak dibandingkan komponen lilitan kumparan sekunder pada koil standar. Jumlah lilitan kumparan sekunder tersebut berbanding lurus dengan nilai tegangan *output* yang dapat dihasilkan oleh koil itu sendiri. Jumlah lilitan pada kumparan sekunder koil DENSO yaitu 40.000 lilitan mampu menghasilkan induksi tegangan tinggi yang lebih kuat dibandingkan koil standar yang memiliki jumlah lilitan kumparan sekunder yang mencapai 7.000 lilitan, Laksono dan Wulandari (2016: 389). Subroto (2009: 14), juga menyimpulkan bahwa penggunaan koil *racing* menunjukkan hasil yang lebih baik daripada koil standar, sebab proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi di dalam ruang bakar lebih baik atau lebih cepat, sehingga daya yang dihasilkan menjadi lebih tinggi pula.

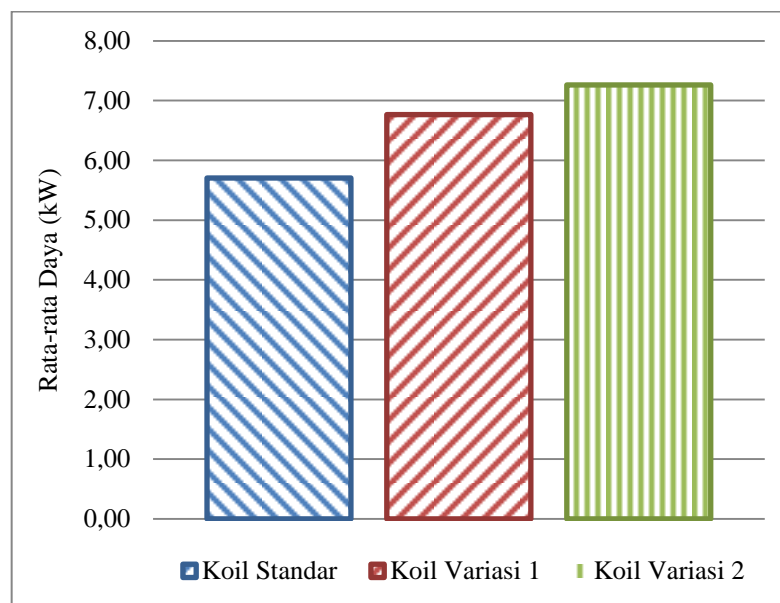
Prestasi mesin yang diamati selain nilai torsi, yaitu nilai daya motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Nilai daya yang diperoleh selama pengujian disusun menjadi sebuah grafik yang menunjukkan hubungan putaran mesin (rpm) dengan nilai daya (kW) yang dihasilkan oleh

motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Grafik nilai daya adalah seperti di bawah ini:



Gambar 4.4. Hubungan antara putaran (rpm) dan daya (kW) motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi.

Hubungan putaran mesin (rpm) dan daya (kW) menunjukkan bahwa motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi dapat menghasilkan nilai daya tertinggi pada putaran mesin 5000 rpm. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai daya yang beranjak naik dari putaran mesin 4000 rpm hingga putaran mesin 5000 rpm, lalu turun setelah itu. Perbedaan nilai daya yang dihasilkan masing-masing koil pada setiap putaran mesin dalam grafik 4.1 disusun menjadi diagram batang, agar bisa dianalisis perbandingan rata-rata nilai daya yang diperoleh pada semua putaran mesin yang diamati. Diagram rata-rata nilai daya motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi adalah seperti di bawah ini:



Gambar 4.5. Perbandingan rata-rata daya (kW) motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi.

Perbedaan yang tampak pada diagram di atas menunjukkan perbandingan rata-rata nilai daya motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi. Rata-rata nilai daya pada diagram di atas diperoleh dari tabel perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi (tabel 4.4). Perbedaan rata-rata nilai daya tersebut dipengaruhi oleh konstruksi dan karakteristik setiap koil pengapian yang digunakan dalam pengujian. Nilai hambatan masing-masing koil pengapian mempengaruhi nilai daya yang dapat dihasilkan oleh motor bensin 4 langkah 100 cc.

Nilai tahanan pada sebuah material kawat penghantar tergantung pada empat faktor, yaitu panjang kawat penghantar, luas penampang kawat penghantar, jenis material yang digunakan dan temperatur kawat penghantar itu sendiri, Patrick dan Fardo (2008: 15). Koil pengapian dengan nilai hambatan kumparan primer yang lebih rendah mampu menghasilkan nilai daya yang lebih besar. Kumparan primer dengan nilai hambatan yang lebih rendah dapat dilewati oleh

arus listrik yang lebih besar, sehingga menghasilkan garis-garis medan magnet (*flux*) yang lebih banyak. *Flux* yang dihasilkan akan mempengaruhi nilai tegangan *output* yang bisa ditimbulkan oleh koil pengapian itu sendiri.

Tegangan *output* muncul akibat dari induksi mutual pada kumparan sekunder. Induksi mutual pada kumparan sekunder berbanding lurus dengan nilai tegangan *output* yang dapat dihasilkan oleh koil pengapian, sehingga semakin besar induksi mutual pada kumparan sekunder maka tegangan *output* yang dihasilkan semakin besar, Robertson (2008: 180). Hal tersebut tampak pada hasil perbandingan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil standar dan koil variasi.

Hasil perbandingan rata-rata nilai daya yang diperoleh untuk seluruh putaran mesin yang diamati menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Koil variasi 2 dengan nilai hambatan kumparan primer $0,5 \Omega$ dan nilai hambatan kumparan sekunder $7 \text{ k}\Omega$ memperoleh hasil rata-rata nilai daya $7,26 \text{ kW}$. Lalu, dibawahnya adalah koil variasi 1 dengan nilai hambatan kumparan primer $0,5 \Omega$ dan nilai hambatan kumparan sekunder $8,5 \text{ k}\Omega$ dengan hasil rata-rata nilai daya $6,77 \text{ kW}$. Kemudian, di posisi terakhir adalah koil standar dengan nilai hambatan kumparan primer 2Ω dan nilai hambatan kumparan sekunder $9 \text{ k}\Omega$ yang menghasilkan rata-rata nilai daya $5,71 \text{ kW}$.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, terkait penggunaan koil standar dan koil variasi terhadap prestasi motor bensin. Komponen pada koil menggunakan pendingin dapat menstabilkan tegangan *output* yang disuplai menuju busi, Laksono dan Wulandari (2016: 389).

Parameter yang mempengaruhi prestasi mesin tidak hanya dari sistem pengapian, namun dipengaruhi oleh beberapa aspek. Aspek yang dapat mempengaruhi prestasi mesin antara lain, mengubah/menaikkan langkah piston (*stroke up*), mengubah/*oversize* pada blok silinder, mengganti piston dengan ukuran yang lebih besar, mengganti *camshaft* standar dengan *camshaft racing*, dan lain-lain, Oetomo et. al., (2014: 55).

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan.

Simpulan yang dapat dibuat berdasarkan hasil penelitian yaitu, motor bensin 4 langkah 100 cc menggunakan koil variasi 2 bisa menghasilkan nilai prestasi mesin yang lebih unggul dibandingkan menggunakan koil variasi 1 ataupun koil standar. Koil variasi 2 pada seluruh putaran mesin yang diamati mampu menghasilkan rata-rata nilai torsi 13,20 Nm dan rata-rata nilai daya 7,26 kW. Rata-rata nilai torsi yang dihasilkan oleh koil variasi 2 lebih unggul 5,6% dari rata-rata nilai torsi yang dapat dihasilkan oleh koil variasi 1 dan lebih unggul 17,9% dari rata-rata nilai torsi yang dapat dihasilkan oleh koil standar. Lalu, Rata-rata nilai daya yang dihasilkan oleh koil variasi 2 lebih unggul 6,7% dari rata-rata nilai daya yang dapat dihasilkan oleh koil variasi 1 dan lebih unggul 21,3% dari rata-rata nilai daya yang dapat dihasilkan oleh koil standar.

Koil variasi 1 pada seluruh putaran mesin yang diamati mampu menghasilkan rata-rata nilai torsi 12,46 Nm dan rata-rata nilai daya 6,77 kW. Rata-rata nilai torsi yang dihasilkan oleh koil variasi 1 lebih unggul 13% dari rata-rata nilai torsi yang dapat dihasilkan oleh koil standar. Lalu, Rata-rata nilai daya yang dihasilkan oleh koil variasi 1 lebih unggul 15,7% dari rata-rata nilai daya yang dapat dihasilkan oleh koil standar.

5.2 Saran.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan simpulan dari penelitian yaitu, untuk meningkatkan prestasi motor bensin 4 langkah 100 cc sebaiknya menggunakan koil variasi 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, I. K., dan I. N. Budiartana. 2017. Pengaruh Penggunaan Resirkulator Gas Buang pada Knalpot Standar, Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Yamaha Mio J. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 17(1): 44-48.
- Ariawan, I. W. B., I. G. B. W. Kusuma dan I. W. B. Adnyana. 2016. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *Jurnal METTEK*, 2(1): 51-58.
- Bird, J. 2007. *Electrical Principles and Technology for Engineering*. Oxford: Elsevier Ltd.
- Budiman, S. A., dan Sukardi, T. 2018. Kelayakan Sarana dan Prasarana Bengkel Fabrikasi Logam di SMK Negeri 1 Seyegan. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 6(3): 207-212.
- Doornbos, G., S. Hemdal, dan D. Dahl. 2015. Reduction of Fuel Consumption And Engine-Out NO X Emissions in A Lean Homogeneous GDI Combustion System, Utilizing Valve Timing and An Advanced Ignition System. *SAE Technical Paper*, (2015-01-0776).
- Elsemary, I. M., A. A. Attia, K. H. Elnagar, dan A. A. Elaraqy. 2016. Experimental Investigation on Performance of Single Cylinder Spark Ignition Engine Fueled With Hydrogen-Gasoline Mixture. *Applied Thermal Engineering*, 106: 850-854.
- Gilang, B., B. Santoso, dan S. Hadi. 2016. Pengujian Mesin Sepeda Motor 100 Cc Menggunakan Dinamometer Generator AC 10 kW. *Mekanika*, 15(1): 22-28.
- Hamada, K. I., dan M. M. Rahman. 2014. An Experimental Study for Performance and Emissions of A Small Four-Stroke SI Engine for Modern Motorcycle. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 10: 1852-1865.
- Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Huang, D. Y., J. H. Jang, P. H. Lin dan B. H. Chen. 2017. Effect of Ignition Timing on The Emission of Internal Combustion Engine With Syngas Containing Hydrogen Using a Spark Plug Reformer System. *Energy Procedia*, 105: 1570-1575.
- Hurley, W. G., dan W. H. Wolfle. 2013. *Transformers and Inductors for Power Electronics: Theory, Design and Applications*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

- Jaedun, A. 2011. *Metodologi Penelitian Eksperimen*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY.
- Laksono, T. M. dan D. Wulandari. 2016. Pengaruh Penggantian Koil Sepeda Motor Dengan Koil Mobil Tipe Basah Merk Denso dengan Busi Iridium terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Yamaha Mio Tahun 2011. *Jurnal Teknik Mesin*, 04(03): 385-390.
- Nurchayadi, T., Wahyudi, D. I. Ruswanto, F. M. Ramadhani, B. Sidiq dan W. T. Handoko. 2017. Performance of a 160 cc Four-Stroke Engine Using Non-Programmable Aftermarket CDI and Aftermarket Ignition Coil When Operating With Three Types of Gasoline. *Semesta Teknika*, 20(2): 125-131.
- Oetomo, J. A. S., Sumarli dan Paryono. 2014. Analisis Penggunaan Koil Racing terhadap Daya Pada Sepeda Motor. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(1): 46-56.
- Pambudi, A. S., Mustaqim dan G. R. Willis. 2016. Remapping Pengapian Programmable CDI dengan Perubahan Variasi Tahanan Ignition Coil pada Motor Bakar 4 Tak 125 Cc Berbahan Bakar E-100. *Engineering*, 12(1): 1-7.
- Patrick, D. R., dan S. W. Fardo. 2008. *Electricity and Electronics Fundamentals*. Lilburn: The Fairmont Press, Inc.
- Rahman, M. D., N. A. Wigraha, dan G. Widayana. 2017. Pengaruh Ukuran Katup Terhadap Torsi dan Daya pada Sepeda Motor Honda Supra Fit. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2).
- Robertson, C.R. 2008. *Fundamental Electrical and Electronic Principles*. Oxford: Elsevier Ltd.
- Saputra, T. F. dan Arijanto. 2015. Pengujian Bahan Bakar Gas pada Mesin Sepeda Motor Karburator Ditinjau dari Aspek Torsi dan Daya. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 3(2): 117-126.
- Soenarta, N. dan S. Furuhamu. 2002. *Motor Serba Guna*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Solikin, M., dan Kes, M. Sutiman. 2005. *Mesin Sepeda Motor*. Yogyakarta: Insania.
- Suarnata, P. P., K. R. Dantes dan N. A. Wigraha. 2017. Perbandingan Penggunaan Koil Standar dan Koil Racing KTC terhadap Daya Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor Yamaha Mio Tahun 2006. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2).
- Subroto. 2009. Pengaruh Penggunaan Koil Racing terhadap Unjuk Kerja Pada Motor Bensin. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 10(1): 8-14.

Turns, S. R. 2000. *An Introduction To Combustion : Concepts And Applications*. Singapura: McGraw-Hill Book Co.

Widjanarko, D. 2012. *Paket Pembelajaran 1: Sistem Pengapian*. Semarang: Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor: 829 / FT - UNNES / 2019**

**Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2018/2019**

- Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat** : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang** : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif Tanggal 14 Mei 2019
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan** :
- PERTAMA** : Menunjuk dan menugaskan kepada:
- Nama : Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT
NIP : 196901061994031003
Pangkat/Golongan : IV/b
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing
- Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
- Nama : AHMAD IHWAN
NIM : 5202415064
Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif
Topik : PERBANDINGAN PRESTASI MOTOR BENSIN 4 LANGKAH
100 CC MENGGUNAKAN KOIL STANDAR DAN KOIL
VARIASI
- KEDUA** : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal


5202415064
....: FM-03-AKD-24/Rev. 00 :....

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 14 Mei 2019



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

Lampiran 2. Surat Tugas Pembimbing dan Penguji Seminar Proposal Skripsi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
 Gedung Dekanat Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
 Telepon/Fax (024) 8508101 - 8508009
 Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft@mail.unnes.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 8312 /UN37.1.5/TD.06/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut:

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Dr. Hadromi, S.Pd., M.T. 196908071994031004	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 1
2	Angga Septiyanto, S.Pd., M.T. 198709112011091037	Dosen BLU, .	Penguji 2
3	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. 196901061594031003	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing

untuk menguji mahasiswa :

Nama : Ahmad Ihwan
 NIM : 5202415064
 Prodi : S1 Pendidikan Teknik Otomotif
 Topik : PERBANDINGAN PRESTASI MOTOR BENSIN 4 LANGKAH 100 CC MENGGUNAKAN KOIL STANDAR DAN KOIL VARIASI
 Waktu : Rabu, 31 Juli 2019
 Jam : 09.00 WIB-selesai
 Tempat : Gedung E9, Ruang Seminar, Lantai 2
 Pakaian : Hitam Putih Jas Almamater

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Tembusan :
 1. Wakil Dekan Bidang II;
 2. Ketua Jurusan TM;
 3. Kasubbag Keuangan,
 Fakultas Teknik UNNES



Lampiran 3. Surat Izin Penelitian di Universitas Negeri Semarang



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 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/14854/UN37.1.5/LT/2019
 Hal : Izin Penelitian

02 Desember 2019

Yth. Kepala Laboratorium Teknik Mesin
 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Ahmad Ihwan
 NIM : 5202415064
 Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1
 Semester : Gasal
 Tahun akademik : 2019/2020
 Judul : Perbandingan Prestasi Motor Bensin 4 Langkah 100 cc
 Menggunakan Koil Standar dan Koil Variasi

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 4 Desember s.d 11 Desember 2019.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

a.n. Dekan FT

Wakil Dekan Bid. Akademik,


 Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
 NIP. 197805312005011002



Tembusan:
 Dekan FT;
 Universitas Negeri Semarang



Lampiran 4. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL

Proposal Skripsi mahasiswa :

Nama : Ahmad Ihwan

NIM : 5202415064

Prodi : Pendidikan Teknik Otomotif S1

Judul Skripsi : Perbandingan Prestasi Motor Bensin 4 Langkah 100 CC Menggunakan
Koil Standar dan Koil Variasi.

Telah diseminarkan pada

Hari/Tanggal : Rabu, 31 Juli 2019

Waktu : 09.00 WIB – Selesai

Tempat : Ruang Training Center E9 Lt 2

Jumlah Dosen Hadir : Orang

Jumlah Mahasiswa Hadir : Orang


Kesimpulan Hasil Seminar : **Proposal tidak direvisi/Proposal direvisi ***

Catatan hasil seminar (**wajib diisi**)

.....
.....
.....

Semarang, 31 juli 2019

Dosen Penguji 1



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

Dosen Penguji 2



Angga Septiyanto, S.Pd., M.T
1987091120150811004

Dosen Pembimbing



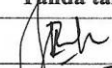

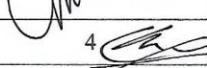
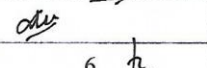
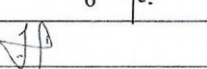
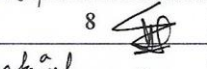
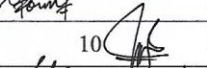
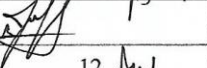
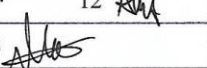
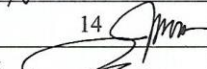
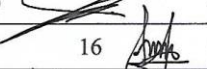
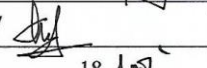
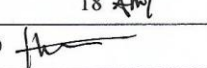
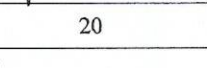
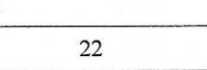
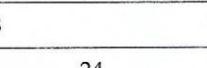
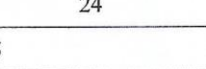


Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., MT
196901061994031003

Lampiran 5. Presensi Seminar Proposal Skripsi

PRESENSI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Nama : Ahmad Ihwan
 NIM : 5202415064
 Judul Skripsi : Perbandingan Prestasi Motor Bensin 4 Langkah 100 CC Menggunakan
 Koil Standar dan Koil Variasi

Hari/Tgl : Rabu / 31 Juli 2019
 Waktu : 09.00 - Selesai
 Tempat : Ruang Seminar E9-lt 2

No	Nama	NIP/NIM	Tanda tangan
1.	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.	196901061994031003	1 
2.	Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.	196908071994031004	2 
3.	Angga Septiyanto, S.Pd., M.T.	1987091120150811004	3 
4.	Afandi	5202415021	4 
5.	Ahmad Afwan Fathoni	5202415068	5 
6.	Bayu F. R.	5202415091	6 
7.	M. Bacharuddin H.	5202415062	7 
8.	Anung Priamanda	5202415039	8 
9.	Iqbal Rachman Afianto	5202415089	9 
10.	Arshiyanto Rizaldi	5202415074	10 
11.	Rizqy Kurniawan	5202415056	11 
12.	Ahmad Syarifudin Jamal	5202415075	12 
13.	Wahyu Hermawan	5202415059	13 
14.	Wahyu Prasetyo Utomo	5202415030	14 
15.	Sugih	5202415011	15 
16.	Fauzi Ari R.	5202414085	16 
17.	Sakana sakinan	5202414037	17 
18.	M. Syaifuldin A	5202415060	18 
19.	Narung S R	5202415081	19 
20.			20
21.			21
22.			22
23.			23
24.			24
25.			25

Lampiran 6. Analisis Data Penelitian

Data pokok yang diperoleh dalam pengujian menggunakan koil standar, antara lain:

1. Nilai panjang lengan : 0,39 m
2. Nilai kecepatan putaran mesin : putaran rendah 4000 rpm, putaran sedang 6000 rpm, putaran tinggi 8000 rpm.
3. Nilai beban pengereman : 5,6 kg/4000 rpm, 2,7 kg/6000 rpm, 0,26 kg/8000 rpm.

Putaran rendah 4000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$T = 5,6 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4000 \cdot 21,40}{60000}$$

$$T = 5,6 \cdot 3,822$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4000 \cdot 21,40}{60000}$$

$$T = 21,40 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 4000 \cdot 21,40}{60000}$$

$$P = \frac{25.120 \cdot 21,40}{60000}$$

$$P = \frac{537.568}{60000}$$

$$P = 8,96 \text{ kW}$$

Putaran sedang 6000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$T = 2,7 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \cdot 10,32}{60000}$$

$$T = 2,7 \cdot 3,822$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \cdot 10,32}{60000}$$

$$T = 10,32 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 6000 \cdot 10,32}{60000}$$

$$P = \frac{37.680 \cdot 10,32}{60000}$$

$$P = \frac{388.857,6}{60000}$$

$$P = 6,48 \text{ kW}$$

Putaran tinggi 8000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$T = 0,26 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8000 \cdot 0,99}{60000}$$

$$T = 0,26 \cdot 3,822$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8000 \cdot 0,99}{60000}$$

$$T = 0,99 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 8000 \cdot 0,99}{60000}$$

$$P = \frac{50.240 \cdot 0,99}{60000}$$

$$P = \frac{49.737,6}{60000}$$

$$P = 0,83 \text{ kW}$$

Data pokok yang diperoleh dalam pengujian menggunakan koil variasi 1, antara lain:

1. Nilai panjang lengan : 0,39 m
2. Nilai kecepatan putaran mesin : putaran rendah 4000 rpm, putaran sedang 6000 rpm, putaran tinggi 8000 rpm.
3. Nilai beban pengereman : 5,8 kg/4000 rpm, 3,3 kg/6000 rpm, 0,6 kg/8000 rpm.

Putaran rendah 4000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$T = 5,8 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4000 \cdot 22,17}{60000}$$

$$T = 5,8 \cdot 3,822$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4000 \cdot 22,17}{60000}$$

$$T = 22,17 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 4000 \cdot 22,17}{60000}$$

$$P = \frac{25.120 \cdot 22,17}{60000}$$

$$P = \frac{556.850,11}{60000}$$

$$P = 9,28 \text{ kW}$$

Putaran sedang 6000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$T = 3,3 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \cdot 12,61}{60000}$$

$$T = 3,3 \cdot 3,822$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \cdot 12,61}{60000}$$

$$T = 12,61 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 6000 \cdot 12,61}{60000}$$

$$P = \frac{37.680 \cdot 12,61}{60000}$$

$$P = \frac{475.144,8}{60000}$$

$$P = 7,92 \text{ kW}$$

Putaran tinggi 8000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$T = 0,6 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8000 \cdot 2,29}{60000}$$

$$T = 0,6 \cdot 3,822$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8000 \cdot 2,29}{60000}$$

$$T = 2,29 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 8000 \cdot 2,29}{60000}$$

$$P = \frac{50.240 \cdot 2,29}{60000}$$

$$P = \frac{115.210,39}{60000}$$

$$P = 1,92 \text{ kW}$$

Data pokok yang diperoleh dalam pengujian menggunakan koil variasi 2, antara lain:

1. Nilai panjang lengan : 0,39 m
2. Nilai kecepatan putaran mesin : putaran rendah 4000 rpm, putaran sedang 6000 rpm, putaran tinggi 8000 rpm.
3. Nilai beban pengereman : 5,9 kg/4000 rpm, 3,8 kg/6000 rpm, 0,9 kg/8000 rpm.

Putaran rendah 4000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$T = 5,9 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4000 \cdot 22,55}{60000}$$

$$T = 5,9 \cdot 3,822$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4000 \cdot 22,55}{60000}$$

$$T = 22,55 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 4000 \cdot 22,55}{60000}$$

$$P = \frac{25.120 \cdot 22,55}{60000}$$

$$P = \frac{566.456}{60000}$$

$$P = 9,44 \text{ kW}$$

Putaran sedang 6000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$T = 3,8 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$T = 3,8 \cdot 3,822$$

$$T = 14,52 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \cdot 14,52}{60000}$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \cdot 14,52}{60000}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 6000 \cdot 14,52}{60000}$$

$$P = \frac{37.680 \cdot 14,52}{60000}$$

$$P = \frac{547.249,25}{60000}$$

$$P = 9,12 \text{ kW}$$

Putaran tinggi 8000 rpm

$$T = m \cdot g \cdot b$$

$$T = 0,9 \cdot 9,8 \cdot 0,39$$

$$T = 0,9 \cdot 3,822$$

$$T = 3,44 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60000}$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8000 \cdot 3,44}{60000}$$

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8000 \cdot 3,44}{60000}$$

$$P = \frac{6,28 \cdot 8000 \cdot 3,44}{60000}$$

$$P = \frac{50.240 \cdot 3,44}{60000}$$

$$P = \frac{172.825,6}{60000}$$

$$P = 2,88 \text{ kW}$$

Lampiran 7. Data Nilai Beban Pengereman dalam kilogram (kg)

Putaran	Koil			
	Koil standar	Koil variasi 1	Koil variasi 2	
4000 rpm	1	5,6	5,8	5,9
	2	5,4	5,8	5,8
	3	5,3	5,9	6,1
5000 rpm	1	4,5	4,6	4,8
	2	4,8	4,8	4,9
	3	4,6	4,7	4,8
6000 rpm	1	2,5	3,3	3,8
	2	2,7	3,1	3,3
	3	2,5	3,3	3,7
7000 rpm	1	1,4	2	1,9
	2	1,4	1,8	2
	3	1,3	1,9	1,9
8000 rpm	1	0,15	0,6	0,9
	2	0,13	0,7	1,1
	3	0,26	0,6	0,9

Lampiran 8. Data Torsi Mesin dalam newtonmeter (Nm)

Putaran \ Koil	Koil	Koil standar	Koil variasi 1	Koil variasi 2
4000 rpm	1	21,40	22,17	22,55
	2	20,64	22,17	22,17
	3	20,26	22,55	23,31
	<i>Mean</i>	20,77	22,30	22,68
5000 rpm	1	17,20	17,58	18,35
	2	18,35	18,35	18,73
	3	17,58	17,96	18,35
	<i>Mean</i>	17,71	17,96	18,47
6000 rpm	1	9,56	12,61	14,52
	2	10,32	11,85	12,61
	3	9,56	12,61	14,14
	<i>Mean</i>	9,81	12,36	13,76
7000 rpm	1	5,35	7,64	7,26
	2	5,35	6,88	7,64
	3	4,97	7,26	7,26
	<i>Mean</i>	5,22	7,26	7,39
8000 rpm	1	0,57	2,29	3,44
	2	0,50	2,68	4,20
	3	0,99	2,29	3,44
	<i>Mean</i>	0,69	2,42	3,69

Lampiran 9. Data Daya Mesin dalam kilowatt (kW)

Putaran \ Koil	Koil	Koil standar	Koil variasi 1	Koil variasi 2
4000 rpm	1	8,96	9,28	9,44
	2	8,64	9,28	9,28
	3	8,48	9,44	9,76
	<i>Mean</i>	8,69	9,33	9,49
5000 rpm	1	9,00	9,20	9,60
	2	9,60	9,60	9,80
	3	9,20	9,40	9,60
	<i>Mean</i>	9,27	9,40	9,67
6000 rpm	1	6,00	7,92	9,12
	2	6,48	7,44	7,92
	3	6,00	7,92	8,88
	<i>Mean</i>	6,16	7,76	8,64
7000 rpm	1	3,92	5,60	5,32
	2	3,92	5,04	5,60
	3	3,64	5,32	5,32
	<i>Mean</i>	3,83	5,32	5,41
8000 rpm	1	0,48	1,92	2,88
	2	0,42	2,24	3,52
	3	0,83	1,92	2,88
	<i>Mean</i>	0,58	2,03	3,09

Lampiran 10. Foto Dokumentasi Penelitian

1. Menghidupkan motor bensin



5. Mengatur pembebanan sistem rem



2. Mengatur pembukaan gas



3. Mengamati putaran mesin



4. Mengamati beban pengereman

