

**ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK
PADA LILITAN KAWAT TEMBAGA PADA PIPA BAHAN
BAKAR DAN PUTARAN MESIN TERHADAP PERFORMA
MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK PADA MESIN MERLIN 1**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : HADI CAHYONO

NIM : 1911001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
JANUARI 2023**

**ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK
PADA LILITAN KAWAT TEMBAGA PADA PIPA BAHAN
BAKAR DAN PUTARAN MESIN TERHADAP PERFORMA
MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK PADA MESIN MERLIN 1**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : HADI CAHYONO

NIM : 1911001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
JANUARI 2023**

**ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK
PADA LILITAN KAWAT TEMBAGA PADA PIPA BAHAN
BAKAR DAN PUTARAN MESIN TERHADAP PERFORMA
MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK PADA MESIN MERLIN 1**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin

DISUSUN OLEH :

NAMA : HADI CAHYONO

NIM : 1911001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
JANUARI 2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

**ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK PADA LILITAN
KAWAT TEMBAGA PADA PIPA BAHAN BAKAR DAN PUTARAN
MESIN TERHADAP PERFORMA MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK PADA
MESIN MERLIN 1**



DISUSUN OLEH :

NAMA : HADI CAHYONO

NIM : 1911001

Malang, 31 Januari 2023

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1**

**Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing**

Dr. I Komang Astana Widi, ST,MT.

Y. 1030400405

Ir. Mochtar Asroni, MSME.

Y. 1018100036



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax: (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : HADI CAHYONO
NIM : 1911001
Program Studi / Bidang : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT
ARUS LISTRIK PADA LILITAN KAWAT
TEMBAGA PADA PIPA BAHAN BAKAR
DAN PUTARAN MESIN TERHADAP
PERFORMA MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK
PADA MESIN MERLIN 1**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Hari / Tanggal : 31 Januari 2023

Dengan Nilai :

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Sekretaris

Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.

NIP.Y.1030400405

Penguji I

Febi Rahmadiano, ST,MT.

NIP.P.1031500490

Penguji II

Anggota Penguji

Ir. Soeparno Djiwo. MT.

NIP.Y.1018600128

Rosadila Febritasari, ST.,MT.

NIP.P. 1032200602

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HADI CAHYONO

NIM : 1911001

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 31 Januari 2023

HADI CAHYONO

1911001

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : HADI CAHYONO
NIM : 1911001
Program Studi : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK PADA LILITAN KAWAT TEMBAGA PADA PIPA BAHAN BAKAR DAN PUTARAN MESIN TERHADAP PERFORMA MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK PADA MESIN MERLIN 1
Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Penentuan judul skripsi	20 Oktober 2022	
2	Penyusunan Bab 1 sampai Bab 3	26 Oktober 2022	
3	Bimbingan formula perhitungan yang dipakai untuk pengolahan data	27 Oktober 2022	
4	Penentuan variasi arus listrik yang masuk pemanas yaitu 6A, 9A, 12A, dan 15A	01 November 2022	
5	Proses pengambilan data dan pengolahan data	17 November 2022	
6	Pengarahan perhitungan massa bahan bakar yang melewati lilitan kawat tembaga	05 Desember 2022	

7	Proses perhitungan performa mesin yang dihasilkan meliputi torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar	08 Desember 2022	
8	Bimbingan menentukan grafik perbandingan yang dipakai dalam pengolahan data	10 Desember 2022	
9	Bimbingan penyusunan pembahasan yang dipakai untuk menganalisa hasil pengolahan data	13 Desember 2022	
10	Bimbingan Penjelasan terperinci mengenai kesimpulan dan saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya	15 Desember 2022	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : HADI CAHYONO
NIM : 1911001
Program Studi : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS
LISTRIK PADA LILITAN KAWAT TEMBAGA
PADA PIPA BAHAN BAKAR DAN PUTARAN
MESIN TERHADAP PERFORMA MESIN MOTOR
BAKAR 4 TAK PADA MESIN MERLIN 1
Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME

Tanggal Mengajukan Skripsi : 15 September 2022
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 15 Februari 2023
Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME
Telah Dievaluasikan Dengan Nilai :

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing

Ir. Mochtar Asroni, MSME

Y. 1018100036

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah mencurahkan berkat, rahmat, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir Skripsi ini dengan judul ``ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK PADA LILITAN KAWAT TEMBAGA PADA PIPA BAHAN BAKAR DAN PUTARAN MESIN TERHADAP PERFORMA MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK PADA MESIN MERLIN 1``.

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagai persyaratan mendapatkan gelas Sarjana Teknik (ST) di Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak akan selesai dan terwujud tanpa adanya bimbingan, kontribusi, dan motivasi dari berbagai pihak. Maka, pada kesempatan yang baik ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan memberikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST.,MT selaku Pimpinan Fakultas atau DEKAN Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, masukan, dan nasehat yang sangat bermanfaat kepada penulis.
5. Segenap keluarga, serta orang tua yang selalu memberikan dukungan mental, finansial dan semangat kepada penulis.
6. Rekan-rekan penulis yang telah banyak membantu selama proses penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa ada banyak keterbatasan dan kemampuan dalam menyusun Skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan yang konstruktif agar Skripsi ini lebih berkualitas dan bermanfaat umumnya bagi para pembaca, serta khususnya bagi penulis sendiri.

Malang, 31 Januari 2023
Penulis

HADI CAHYONO
1911001

**ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK PADA LILITAN
KAWAT TEMBAGA PADA PIPA BAHAN BAKAR DAN PUTARAN
MESIN TERHADAP PERFORMA MESIN MOTOR BAKAR 4 TAK PADA
MESIN MERLIN 1**

Hadi Cahyono, Mochtar Asroni

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo KM. 2 Malang (Jawa Timur)

Email : cahyonoliverpudlian@gmail.com

ABSTRAK

Pada era sekarang ini kebutuhan hidup di masyarakat khususnya di Indonesia semakin meningkat, yang menyebabkan minyak menjadi kebutuhan utama untuk digunakan pada kendaraan bermotor di Indonesia. Pada awal September 2022, pemerintah Indonesia resmi mengumumkan kenaikan harga BBM subsidi. Hal ini menyebabkan semakin beratnya kebutuhan masyarakat khususnya konsumsi bahan bakar bensin untuk kendaraan bermotor yang konsumsi bahan bakarnya cukup tinggi setiap harinya. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar minyak jenis bensin dan mengoptimalkan performa mesin motor itu sendiri agar penggunaannya dapat lebih efisien pada mesin motor bakar merlin 1. Penelitian dilakukan secara eksperimen. Sebuah lilitan kawat tembaga berdiameter 0,20 mm dengan 4000 lilitan kawat tembaga diletakkan di pipa bahan bakar. Kemudian lilitan kawat tembaga tersebut diberi pemicu kalor berupa arus listrik dengan variasi kuat arus listrik 6A, 9A, 12A, dan 15A. Performa mesin motor bakar yang dihasilkan meliputi Torsi (Te) terbaik dicapai pada kuat arus listrik 15A di putaran mesin 2000 RPM, Daya (Ne) terbaik dicapai pada kuat arus listrik 15A di putaran mesin 2000 RPM, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) terendah dicapai pada kuat arus listrik 15A pada putaran mesin 2000 RPM. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pipa bahan bakar dapat dimodifikasi dengan lilitan kawat tembaga diameter 0,20 mm dan diberi kuat arus listrik 15A pada putaran mesin 2000 RPM untuk menghasilkan performa mesin yang optimal.

Kata kunci : Merlin 1, Lilitan Kawat Tembaga, Torsi, Daya, Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF VARIATION OF ELECTRIC
CURRENT STRENGTH IN COPPER WIRE COILS ON FUEL PIPE AND
ENGINE ROTATION ON PERFORMANCE OF 4 STROKE
COMBUSTION MOTOR ENGINES ON MERLIN 1 ENGINES**

Hadi Cahyono, Mochtar Asroni

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Industrial Technology

Malang National Institute of Technology

Jl. Raya Karanglo KM. 2 Malang (East Java)

Email : cahyonoliverpudlian@gmail.com

ABSTRACT

In the current era, the needs of life in society, especially in Indonesia, are increasing, which causes oil to become the main requirement for use in motorized vehicles in Indonesia. In early September 2022, the Indonesian government officially announced an increase in subsidized fuel prices. This causes the people's needs to be more severe, especially the consumption of gasoline for motorized vehicles, which consume quite a lot of fuel every day. Therefore this study aims to minimize the use of gasoline-type fuel oil and optimize the performance of the motorcycle engine itself so that its use can be more efficient in Merlin 1 combustion engines. The research was carried out experimentally. A 0.20 mm diameter coil of copper wire with 4000 turns of copper wire is laid in the fuel pipe. Then the coil of copper wire is given a heat trigger in the form of an electric current with variations in electric current strength of 6A, 9A, 12A, and 15A. The resulting internal combustion engine performance includes the best Torque (T_e) achieved at 15A electric current at 2000 RPM engine speed, the best Power (N_e) achieved at 15A electric current at 2000 RPM engine speed, and the lowest Specific Fuel Consumption (SFC). achieved at a strong electric current of 15A at 2000 RPM engine speed. The conclusion of this study is that the fuel pipe can be modified with a copper wire coil with a diameter of 0.20 mm and given an electric current of 15A at 2000 RPM engine speed to produce optimal engine performance.

Keywords : Merlin 1, Copper Wire Winding, Torque, Power, Specific Fuel Consumption

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Motor Bakar	6
2.2.1 Motor Bakar Pembakaran Dalam (Internal Combustion Engine).....	7
2.2.2 Motor Bakar Pembakaran Luar (External Combustion Engine).....	7
2.2.3 Pengaruh Jumlah Lilitan Kawat Tembaga Pada Pipa Bahan Bakar Pada Performa Mesin Motor Bakar	8
2.3 Sistem Bahan Bakar	8
2.3.1 Sistem Bahan Bakar Konvensional.....	9
2.3.2 Sistem Bahan Bakar Injeksi	9
2.4 Kawat Tembaga	10
2.5 Medan Magnet Pada Arus Listrik.....	11
2.6 Efek Magnetasi Bahan Bakar	11
2.6.1 Reaktivitas Molekul	11
2.6.2 Prinsip Kerja Magnet Pada Saluran Bahan Bakar	12
2.6.3 Dampak Magnetisasi Pada Kendaraan Bermotor	13

2.7 Kalor	14
2.8 Torsi	14
2.9 Daya	15
2.10 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	15
2.11 Hubungan Antara Tegangan Dan Kalor	16
2.12 Metode Penelitian Eksperimental	16
BAB III.....	19
METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir	19
3.2 Penjelasan Diagram Alir	20
3.2.1 Studi Literatur	20
3.2.2 Tahap Persiapan Alat dan Bahan	20
3.2.3 Variasi Arus Listrik dan Putaran Mesin	24
3.2.4 Pengujian Torsi, Daya, dan SFC.....	25
3.2.5 Pengambilan Data dan Pengumpulan Data.....	28
3.2.6 Analisa Data dan Pembahasan.....	29
3.2.7 Kesimpulan dan Saran	30
BAB IV	31
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Data Hasil Pengujian	31
4.1.1 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 6 Ampere	31
4.1.2 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 9 Ampere	33
4.1.3 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 12 Ampere	36
4.1.4 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 15 Ampere	39
4.2 Analisa Data Hasil Pengujian	42
4.2.1 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 6 Ampere	42
4.2.2 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 9 Ampere	45
4.2.3 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 12 Ampere	48
4.2.4 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 15 Ampere	50
4.3 Pembahasan Hasil Analisa Data	53
4.3.1 Pembahasan Hasil Analisa Data Dari Torsi (Te).....	53
4.3.2 Pembahasan Hasil Analisa Data Dari Performa Daya (Ne)	55
4.3.3 Pembahasan Hasil Analisa Data Dari Spesifik Konsumsi Bahan Bakar (SFC).....	56

BAB V.....	58
Kesimpulan dan Saran	58
5.1 KESIMPULAN.....	58
5.2 SARAN.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	60
LAMPIRAN I.....	61
BIODATA PENULIS.....	61
LAMPIRAN II.....	62
SURAT DOSEN PEMBIMBING	62
LAMPIRAN III.....	63
DATA HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM.....	63
LAMPIRAN 4.....	71
DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor Bakar Pembakaran Dalam.....	7
Gambar 2. 2 Motor Bakar Pembakaran Luar.....	7
Gambar 2. 3 Sistem Bahan Bakar Konvensional.....	9
Gambar 2. 4 Sistem Bahan Bakar Injeksi.....	9
Gambar 2. 5 Kawat Tembaga.....	10
Gambar 2. 6 Medan Magnet Pada Arus Listrik.....	11
Gambar 2. 7 Prinsip Kerja Magnet Pada Saluran Bahan Bakar.....	12
Gambar 2. 8 Torsi Pada Motor.....	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	19
Gambar 3. 2 Pipa Dengan Lilitan Kawat Tembaga.....	21
Gambar 3. 3 Mesin Merlin 1.....	21
Gambar 3. 4 Thermometer Khrisbow.....	22
Gambar 3. 5 Adaptor atau Travo.....	23
Gambar 3. 6 Dyno Test.....	23
Gambar 3. 7 Stopwacth.....	24
Gambar 3. 8 Proses Persiapan Memasukkan Bahan Bakar.....	25
Gambar 3. 9 Proses Pengamatan Torsi dan Daya Pada Dyno Test.....	26
Gambar 3. 10 Pengamatan Spesifik Bahan Bakar.....	27
Gambar 3. 11 Proses Pencatatan Hasil dari Thermocouple.....	27
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Kuat Arus Listrik (A) Dengan Tosi (Te). 54	
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Antara Kuata Arus Listrik Dengan Daya (Ne)....	55
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Antara Kuat Arus Dengan Spesifik Konsumsi Bahan Bakar (SFC).....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Pengambilan Data Variasi Kuat Arus	28
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putaran Mesin 1500 RPM.	31
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putaran Mesin 2000 RPM.	32
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putaran Mesin 2500 RPM.	32
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putarann Mesin 3000 RPM	33
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A PADA Putaran Mesin 1500 RPM	34
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A Pada Putaran Mesin 2000 RPM.	35
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A Pada Putaran Mesin 2500 RPM.	35
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A Pada Putaran Mesin 2500 RPM.	36
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 1500 RPM	37
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 2000 RPM	37
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 2500 RPM	38
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 3000 RPM	38
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 1500 RPM	39
Tabel 4. 14 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 2000 RPM	40
Tabel 4. 15 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 2500 RPM	41
Tabel 4. 16 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 3000 RPM	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era sekarang ini kebutuhan hidup di masyarakat khususnya di Indonesia semakin meningkat, yang menyebabkan minyak menjadi kebutuhan utama untuk digunakan pada kendaraan bermotor di Indonesia. Jenis bahan bakar yang sering dipakai di Indonesia dan digunakan untuk bahan bakar pada kendaraan bermotor adalah Peralite, Pertamina, dan Pertamina Turbo. (Aprizal, 2016).

Tetapi masyarakat pada umumnya menggunakan bahan bakar Peralite yang disubsidi dari APBN oleh pemerintah karena harganya yang relatif murah. Bahan bakar Peralite ini berwarna hijau kebiruan yang jernih. Yang merupakan campuran dari bahan bakar Premium dan Pertamina. Peralite ini mempunyai nilai oktan atau Research Octane Number (RON) terendah dari 2 jenis bahan bakar lain yang sering digunakan pada kendaraan bermotor yang lain, yaitu RON 92. (Dewan, S. Siw, 2015).

Dan pada awal bulan September tahun 2022 ini, tepatnya pada 3 September 2022 pemerintah Indonesia resmi mengumumkan bahwa harga per liter bahan bakar Peralite yang awalnya Rp 7.650,00 rupiah berubah menjadi Rp 10.000,00 rupiah per liternya. Itu merupakan kenaikan harga yang sangat signifikan dan sangat membebani masyarakat Indonesia khususnya masyarakat kalangan menengah ke bawah.

Dari dampak kenaikan harga BBM ini banyak modifikasi teknologi pada motor bakar bensin untuk diubah menjadi lebih efisien pada konsumsi bahan bakar dan performa mesin yang dihasilkan agar lebih optimal dan efisien dalam penggunaan bahan bakar khususnya jenis bensin.

Tujuan dari penelitian ini adalah ingin meningkatkan performa pada mesin motor bakar 4 tak berbahan bakar bensin dengan cara memberikan lilitan kawat tembaga berdiameter kawat 0,20 mm, variasi arus listrik pada pipa bahan bakar

dan variasi putaran mesin, sehingga penelitian ini dapat meningkatkan performa pada mesin motor bakar bensin dan efisiensi dalam konsumsi bahan bakar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah penulis uraikan, maka pokok permasalahan yang dihadapi adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh arus listrik, dan putaran mesin terhadap performa mesin motor bakar 4 tak pada mesin merlin 1 ?
2. Bagaimana implementasi hasil penelitian pada bidang otomotif ?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini lebih terarah, maka peneliti membatasi masalah yang dibahas adalah aspek-aspek sebagai berikut :

1. Tempat pengujian dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar Institut Teknologi Nasional Malang Kampus 2 Fakultas Teknologi Industri.
2. Standar pengujian yang digunakan adalah standar pengujian dengan menggunakan mesin motor bakar Type single cylinder ; Four stroke ; Air cooled ; Bore 51 mm ; Stroke 38 mm ; Kapasitas 77,6 cc ; Power 1,25 KW/3600 rpm ; Rasio kompresi 6:1 ; dan Menggunakan bahan bakar bensin jenis pertalite RON 90.
3. Jumlah sampel pengujian ada 2, yang terdiri dari :
 - a. Pipa bahan bakar yang memiliki 4000 lilitan kawat tembaga dan menggunakan diameter kawat tembaga 0,20 mm.
 - b. Adaptor atau travo yang mempunyai kapasitas 12V.
4. Macam pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut : Pengujian Torsi, Pengujian Daya, dan Pengujian Konsumsi Spesifik Bahan Bakar.
5. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental berdasarkan buku referensi Metode Penelitian Pendidikan (Danuri dan Siti Maisaroh., 2019).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh arus listrik dan putaran mesin terhadap performa mesin motor bakar 4 tak pada mesin merlin 1.
2. Implementasi hasil penelitian pada bidang otomotif.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan tentang performa pada mesin motor bakar bensin berkat kalor yang dihasilkan dari lilitan kawat tembaga berdiameter kawat 0,2 mm.
2. Diperolehnya gambaran tentang performa dan konsumsi bahan bakar bensin 4 tak dari kalor yang dihasilkan oleh proses pemanasan lilitan kawat tembaga.
3. Sebagai tambahan kajian pustaka yang berkaitan dengan motor bakar.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini, maka telah disusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Berisi tentang landasan teori yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang diagram alir penelitian, tempat dan waktu penelitian, peralatan dan bahan uji, variabel penelitian, prosedur pengujian.

BAB IV : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang data hasil pengujian, pengolahan data, analisa dan pembahasan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari hasil pembahasan penelitian secara sistematis yang berkaitan dengan upaya menjawab hipotesis dan/atau tujuan penelitian. Dan saran disampaikan berkaitan dengan kesimpulan penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan Pengaruh Tegangan Lilitan Kawat Tembaga Pada Pipa Bahan Bakar Terhadap Performa Mesin Motor Bakar 4 Tak adalah sebagai berikut :

1. Penelitian tentang Pengaruh Variasi Diameter Kawat Tembaga Pada Sistem Bahan Bakar Terhadap Performa Motor Bensin 4 Langkah yang dilakukan oleh (I Putu Budi Artayasa, 2021). Dari penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan torsi tertinggi dicapai pada putaran mesin 5000 rpm pada variasi diameter kawat tembaga 0,20 mm. Mengalami peningkatan sebesar 1,32% dari pengujian standar (tanpa alat magnetisasi). Daya tertinggi dicapai pada putaran mesin 8000 rpm pada variasi diameter kawat tembaga 0,20 mm. Mengalami peningkatan sebesar 2,2% dari pengujian standar (Tanpa Alat Magnetisasi). Dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) terendah pada putaran mesin 3000 rpm variasi diameter kawat tembaga 0,20 mm. Mengalami penurunan sebesar 24,39% dari pengujian standar (Tanpa Alat Magnetisasi).
2. Penelitian tentang pemakaian alat magnetisasi bahan bakar dengan elektromagnetik terhadap unjuk kerja mesin 4 langkah 1 silinder yang dilakukan oleh (Mara et al.,2018). Dari penelitian tersebut dapat diketahui jumlah lilitan kumparan alat penghemat bahan bakar dengan elektromagnetik memberi pengaruh terhadap daya, torsi, FC, dan SFCE yang diperoleh, jika dibandingkan dengan percobaan tidak menggunakan alat magnetisasi bahan bakar. Sumber arus listrik untuk medan magnet diambil dari baterai dengan tegangan 12 volt. Dari penelitian yang dilakukan, diketahui konsumsi bahan bakar paling rendah didapat pada variasi jumlah lilitan 4000 lilitan sejumlah 0,10 kg/jam. Pada putaran mesin 1500 rpm, dengan penurunan sebesar 10%. SFCE paling rendah yang didapatkan yaitu pada variasi jumlah lilitan 4000 lilitan sejumlah

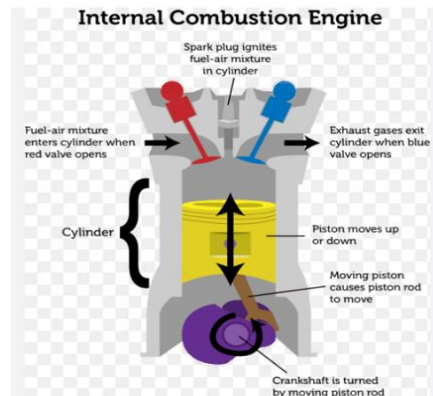
0,07 kg/jam. PS dan SFCE tertinggi yang didapatkan pada percobaan tidak menggunakan alat magnetisasi bahan bakar sejumlah 1,35 kg/jam. PS pada putaran mesin 1500 rpm.

3. Penelitian tentang Pengaruh Variasi Jumlah Lilitan Dan Putaran Mesin Alat Magnetisasi Bahan Bakar Dengan Elektromagnetik Terhadap Mesin Bensin Empat Langkah 1 Silinder Oleh (Utama, 2017). Penelitian menghasilkan daya mesin mengalami peningkatan sejumlah 13% pada lilita 4000 lilitan dan putaran mesin 6000 rpm. Konsumsi bahan bakar yang paling rendah pada variasi lilitan 4000 lilitan sebesar 0,61 liter/jam pada putaran mesin 6000 rpm. Dan SFCE paling rendah didapatkan pada variasi jumlah lilitan 4000 lilitan sebesar 0,07 kg/jam pada putaran mesin 6000 rpm.
4. Penelitian tentang Studi Pengaruh Diameter Kawat dan Susunan Kumputan Terhadap Voltase Bangkitan Pada Pemanen Energi Getaran dengan variasi diameter kawat 0,10 mm, 0,12 mm, dan 0,14 mm Oleh (Permatasari, 2010). Dari Penelitian tersebut didapatkan Voltase (Volt) diameter 0,10 mm sebesar 8,06 volt, sedangkan diameter 0,12 mm sebesar 6,05 volt, dan diameter 0,14 mm sebesar 2,01 volt.

2.2 Motor Bakar

Motor bakar adalah mesin yang mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi tenaga mekanis atau gerak. Energi kimia bahan bakar diubah menjadi energi thermal atau panas melalui pembakaran campuran bahan bakar dengan udara. Pembakaran ini ada yang terjadi di luar mesin itu sendiri dan ada pula yang terjadi di dalam mesin itu sendiri. Motor bakar dibagi menjadi 2 macam yaitu motor bakar pembakaran dalam (Internal Combustion Engine) dan motor bakar pembakaran luar (External Combustion Engine). (Muctha, 2018).

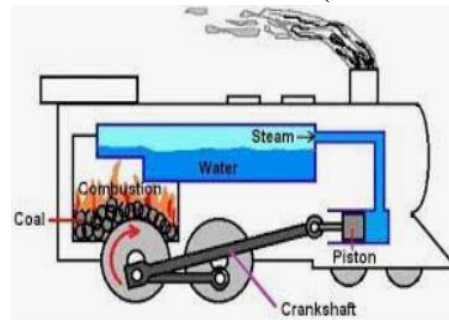
2.2.1 Motor Bakar Pembakaran Dalam (Internal Combustion Engine)



Gambar 2. 1 Motor Bakar Pembakaran Dalam
(Sumber : Muchtha, 2018)

Motor Bakar Pembakaran Dalam (Internal Combustion Engine) adalah motor yang proses pembakaran bahan bakarnya terjadi di dalam mesin itu sendiri. Sehingga hasil pembakaran langsung diubah menjadi gerak mekanik sehingga bentuk mesin lebih sederhana dan kecil. Contohnya mesin diesel yang dapat beroperasi dalam keadaan suhu tinggi dengan siklus berulang-ulang. (Muchtha, 2018).

2.2.2 Motor Bakar Pembakaran Luar (External Combustion Engine)



Gambar 2. 2 Motor Bakar Pembakaran Luar
(Sumber : Aprizal, 2016)

Motor Bakar Pembakaran Luar (External Combustion Engine) adalah Motor dengan proses pembakaran yang terjadi di luar mesin itu sendiri. Panas dari bahan bakar diubah menjadi tenaga gerak dengan perantara baru

kemudian diubah menjadi tenaga mekanik. Contohnya Lokomotif, Kapal, dan power plant. (Aprizal, 2016).

2.2.3 Pengaruh Jumlah Lilitan Kawat Tembaga Pada Pipa Bahan Bakar Pada Performa Mesin Motor Bakar

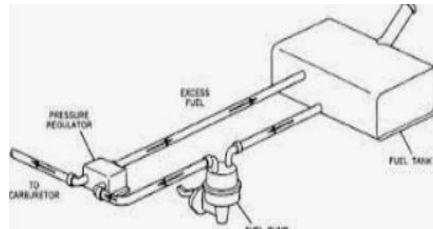
Megacu pada jurnal penelitian yang telah dilakukan oleh (Rian Utama, 2017) tentang pengaruh variasi jumlah lilitan dan rpm magnetisasi bahan bakar berbasis elektromagnetik terhadap unjuk kerja mesin bensin 4 langkah 1 silinder, melakukan usaha penghematan penggunaan bahan bakar fosil dengan menggunakan medan magnet pada saluran pipa bahan bakar. Alat ini dipasang di saluran bahan bakar sebelum masuk ke karburator. Bahan bakar bensin dialirkan melewati medan magnet berupa lilitan kawat tembaga yang dialiri arus listrik menyebabkan perubahan orientasi kutub magnet dan konfigurasi molekul-molekul bahan bakar sehingga bahan bakar akan sangat mudah bercampur dengan oksigen. Pada penelitiannya ini medan magnet dibuat dengan metode elektromagnetik dengan memvariasikan jumlah lilitan kawat tembaga. Jumlah lilitan kawat tembaga yang digunakan adalah 3000, 4000, dan 4500 lilitan. Unjuk kerja mesin bensin 4 langkah 1 silinder seperti torsi, daya, pemakaian bahan bakar dan pemakaian bahan bakar spesifik, diamati pada berbagai putaran mesin. Hasil penelitiannya menunjukkan terjadinya peningkatan daya mesin sebesar 13%, sementara pemakaian bahan bakarnya menurun sebesar 11% yang didapat pada penggunaan medan elektromagnetik pada jumlah 4000 lilitan kawat tembaga dan putaran mesin 6000 RPM. (Rian Utama, 2017).

2.3 Sistem Bahan Bakar

Salah satu sistem pendukung di dalam motor bakar adalah sistem bahan bakar atau saluran. Di mana sistem bahan bakar ini berguna untuk menyuplai bahan bakar dari tangki bahan bakar menuju ruang bakar sesuai dengan kebutuhan mesin

melalui beberapa komponen. Sistem bahan bakar dapat dibagi menjadi 2 macam yaitu Sistem bahan bakar konvensional dan Sistem bahan bakar injeksi.

2.3.1 Sistem Bahan Bakar Konvensional

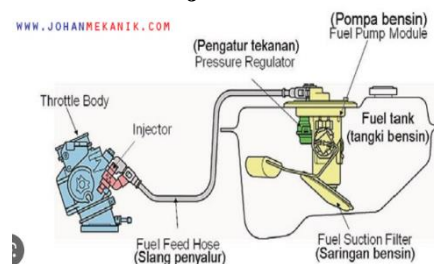


Gambar 2. 3 Sistem Bahan Bakar Konvensional

(Sumber : Amrie Muchta, 2017)

Sistem bahan bakar konvensional adalah sistem bahan bakar yang cara kerjanya masih menggunakan karburator dalam proses pencampuran udara dan bahan bakarnya secara konvensional sesuai dengan kebutuhan mesin. Hingga sekarang, nyatanya sistem bahan bakar konvensional menggunakan karburator tetap diaplikasikan baik pada mobil maupun motor. (Amrie Muchta, 2017).

2.3.2 Sistem Bahan Bakar Injeksi



Gambar 2. 4 Sistem Bahan Bakar Injeksi

(Sumber : Johan, 2020)

Sistem bahan bakar injeksi merupakan sistem bahan bakar yang cara kerjanya menggunakan injector untuk penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar sesuai dengan yang diperintahkan oleh ECU dan sesuai dengan

kebutuhan mesin yang dipompa oleh pompa bahan bakar, sehingga penyuplaian bahan bakar lebih efisien. (johan, 2020).

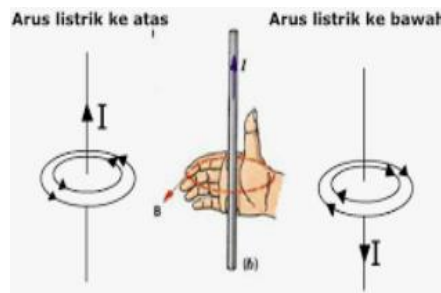
2.4 Kawat Tembaga



Gambar 2. 5 Kawat Tembaga
(Sumber : I Putu Budi Artayasa, 2021)

Tembaga merupakan unsur kimia yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29 pada tabel periodik unsur. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Keuletan yang dimiliki sangat tinggi dan sifat tahanan korosi yang baik. Sehingga banyak pemroduksi tembaga yang memanfaatkan unsur ini sebagai kawat atau bahan untuk penghantar listrik dan sebagai penghantar panas. (I Putu Budi Artayasa, 2021).

2.5 Medan Magnet Pada Arus Listrik



Gambar 2. 6 Medan Magnet Pada Arus Listrik
(Sumber : Nasrun Mirrobi, 2015)

Lilitan kawat pada besi yang diberi arus listrik mampu menyebabkan besi atau logam dapat tertarik. Peristiwa ini menyatakan di mana lilitan kawat yang diberi arus listrik mampu menimbulkan medan magnetik. Medan magnetik juga dapat ditimbulkan pada kawat lurus yang diberi arus listrik. Percobaan medan magnet yang ditimbulkan oleh kawat yang dialiri arus listrik dapat dilihat di mana listrik yang mengalir pada kawat tersebut dapat menimbulkan medan magnetik.

Ketika sumber listrik diperbesar pada kawat, yang terjadi adalah kutub utara pada jarum kompas bergerak lebih jauh. Peristiwa ini menyatakan bahwa semakin besar medan magnet yang dihasilkan maka semakin besar pula arus listrik yang digunakan. Kaidah tangan kanan juga digunakan untuk menentukan arah medan magnetik pada sekitar kawat lurus yang diberi arus listrik. Ibu jari menunjukkan letak kutub utara magnet. Sedangkan arah sebaliknya menunjukkan kutub selatan magnet. Jika kawat penghantar yang pertama kali dialiri arus listrik berada dibelakang inti besi, maka hadapkan telapak tangan ke belakang, kemudian genggam kumparan kawat tersebut. Maka dengan cara tersebut dapat menentukan letak kutub magnet utara dan kutub magnet selatan. (Nasrun Mirrobi, 2015).

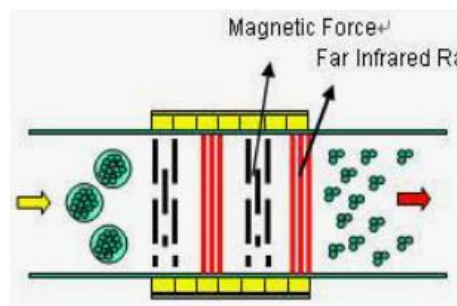
2.6 Efek Magnetasi Bahan Bakar

2.6.1 Reaksifitas Molekul

Dari beberapa jumlah molekul, eletronnya hanya terklorisasi pada beberapa saja. Pemberian medan magnet pada saluran bahan bakar

menyebabkan perputaran elektron yang beragam di sekitar inti magnet. Pada sistem bakar, molekul hidrokarbon yang merupakan penyusun utama bahan bakar membentuk molekul-molekul yang bergerombol (Clustering), dan cenderung untuk saling menarik satu sama lain. Molekul tersebut akan secara terus menerus mengalami pengelompokan, yang menyebabkan molekul-molekul hidrokarbon tidak akan terpisah pada saat bereaksi dengan oksigen di dalam ruang bakar. Terdapatnya medan magnet yang besar menyebabkan terbentuknya jarak yang optimal antar molekul hidrokarbon, sehingga molekul hidrokarbon akan bereaksi saling tolak menolak dengan molekul hidrokarbon yang bersifat diamagnetik. Hal ini berakibat peningkatan interaksi antara oksigen dengan molekul hidrokarbon. Terbentuknya molekul hidrokarbon membuat partikel-partikel atom arahnya semakin sejajar atau terorientasi sesuai dengan arah medan magnet karena terpengaruh oleh medan magnet. (Yuan, 2017).

2.6.2 Prinsip Kerja Magnet Pada Saluran Bahan Bakar



Gambar 2. 7 Prinsip Kerja Magnet Pada Saluran Bahan Bakar
(Sumber : Tulus, 2019)

Pada saat proses Pembakaran untuk mempermudah pengikatan oksigen perlu adanya suatu proses magnetisasi. Dalam proses ini juga mendapatkan hasil dari proses suatu pembakaran pada bahan bakar karena terdapat pengurangan unburnedhydrocarbon. Pada perubahan bahan bakar akibat terjadinya suatu proses magnetisasi, disebabkan oleh adanya ukuran pada struktur suatu molekul berubah menjadi pengikatan kecil. Dalam

proses yang memudahkan suatu pembakaran juga berpengaruh pada berlangsungnya akibat ukuran suatu molekul bahan bakar yang lebih kecil. Oleh sebab itu dapat dikatakan proses suatu magnetisasi ini akan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna pada bahan bakar. Pemecahan pada ikatan karbon pada bahan bakar akan menjadi suatu bagian yang kecil dalam ikatan ion. Ini disebabkan karena kekuatan dari alat magnetisasi yang ditempelkan di bagian saluran bahan bakar saat bahan bakar melewati pipa bahan bakar. Pada ion positif dan negatif secara teratur akan mengalirkan bahan bakar setelah dilewatinya medan magnet, di mana pada ion negatif akan menarik kutub medan magnet positif. Begitu juga sebaliknya, ion positif akan menarik kutub medan magnet negatif dari medan magnet. Oksigen yang bereaksi dalam bahan bakar pada suatu proses pembakaran disebabkan karena memiliki ikatan yang kecil dan beraturan. Hal ini dapat dikatakan pembakaran yang terjadi akan lebih sempurna dan efek pada bahan bakar dalam ruang bakar akan mudah terbakar. (Tulus Burhanuddin, 2019).

2.6.3 Dampak Magnetisasi Pada Kendaraan Bermotor

Kendaraan dengan penambah alat magnetisasi pada sistem bahan bakar dapat menghemat konsumsi bahan bakar karena magnet dapat membuat ikatan oksigen dan hydrogen sehingga bisa bereaksi. Bahan bakar yang melewati magnet menuju ruang bakar akan mengalami proses pembakaran yang lebih sempurna tanpa menghambat aliran bahan bakar, karena bahan bakar bersifat isolator atau tidak dapat tertarik oleh magnet. Sehingga alat magnetisasi ini dapat menghemat konsumsi bahan bakar pada kendaraan, menurut penelitian yang dilakukan oleh (Mufarida, 2000).

Selain itu juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh (Saksono, 2008) di mana penelitiannya tersebut tentang pengaruh medan magnet terhadap presipitasi CaCO_3 dalam air sadah, di mana dari hasil yang diperoleh bahwa medan magnet mengakibatkan terjadinya penurunan ukuran partikel CaCO_3 dan peningkatan jumlah partikel serta terbentuknya fase agregat. Adanya peningkatan resipitasi total dan pemebentukan struktur

amorf pada partikel CaCO_3 akibat medan magnet menunjukkan proses ini layak diplikasikan untuk pengolahan air sadah. Karena proses magnetisasi dapat menurunkan kandungan ion Ca^{2+} + dilarutan yang merupakan indikator utama kesadahan air. Semakin rendah kesadahan air, maka potensi pembentukan kerak (CaCO_3) semakin berkurang.

2.7 Kalor

Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang bisa berpindah dari benda dengan suhu yang lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah jika keduanya dipertemukan atau bersentuhan. Dua benda memiliki suhu yang berbeda, ketika dipertemukan maka akan muncul kalor yang mengalir atau berpindah. Misalnya saat grameds mencampurkan air dingin dengan air panas, kemudian akan menghasilkan hangat. Adapun rumus perpindahan kalor adalah sebagai berikut (Niken Aninsi, 2021) :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan :

Q = Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu zat (Joule)

m = Massa benda yang menerima atau melepaskan kalor (kg)

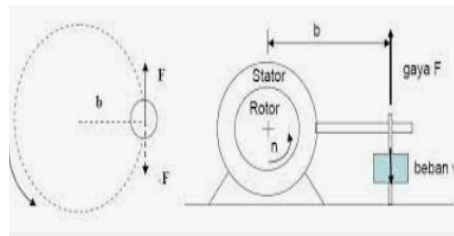
c = Kalor jenis suatu zat ($\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$)

ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Sedangkan rumus untuk menentukan kalor jenis adalah sebagai berikut (Niken Aninsi, 2021) :

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

2.8 Torsi



Gambar 2. 8 Torsi Pada Motor
(Sumber : Taufiqur, 2012)

Torsi adalah kemampuan mesin melakukan kerja untuk menghasilkan energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. (Junaidin, 2019) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times (T_d)$$

Di mana :

T_e = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin motor (kg)

T_d = Torsi yang terukur pada dynamometer (kg)

2.9 Daya

Daya merupakan hasil kerja dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu bekerja. Pada motor bensin, Break Horse Power (BHP) adalah besaran yang digunakan untuk mengindikasikan Horse Power aktual yang dihasilkan oleh mesin. BHP biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang ditempatkan pada driveshaft mesin. (Darmawansyah, 2015). Formulasinya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi \cdot T \cdot n}{60.000} \text{ (kW)}$$

Dimana :

P = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

2.10 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik merupakan hasil dari perhitungan untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya dalam waktu tertentu. Jika daya dalam satuan kW dan laju aliran massa bahan bakar dalam satuan kg/jam, maka konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) dapat diformulasikan sebagai berikut. (Suka Arimbawa et al., 2019).

$$\text{SFC} = \frac{M_f}{N_e} \text{ (kg/jam.kW)}$$

$$M_f = \frac{\rho \cdot V_f \cdot 10^{-3}}{t_f} \times 3600$$

Di mana :

SFC = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.kW)

M_f = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)

V_f = Volume bahan bakar yang digunakan (ml)

ρ = Berat jenis bahan bakar yang digunakan (0,77 kg/m³)

t_f = waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar (s)

N_e = Daya efektif (kW)

2.11 Hubungan Antara Tegangan Dan Kalor

Kalor merupakan bentuk energi yang dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Berdasarkan hukum kekekalan energi maka energi listrik dapat berubah menjadi energi kalor dan juga sebaliknya energi kalor dapat berubah menjadi energi listrik. Jadi dalam keadaan tertentu tegangan tersebut sebagai pemicu untuk menghasilkan kenaikan temperatur. Ketika temperatur naik maka akan menghasilkan kalor yang bertambah juga. (akuntt.com, September 2013).

2.12 Metode Penelitian Eksperimental

Penelitian eksperimental (*research eksperimental*) merupakan pendekatan penelitian kuantitatif yang paling penuh, dalam arti memenuhi semua persyaratan untuk menguji hubungan sebab akibat. Penelitian ini banyak digunakan dalam penelitian sains atau ilmu kealaman, sebab memang awal pengembangannya adalah dalam bidang tersebut. Penelitian-penelitian pada bidang kimia, fisika, biologi hampir seluruhnya ditujukan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan sebab-akibat dari suatu hal atau beberapa variabel.

Eksperimen merupakan desain penelitian ilmiah yang paling teliti dan tepat untuk menyelidiki pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Penelitian tidak hanya menunjukkan suatu hubungan antar variabel, tetapi juga dapat menunjukkan

adanya hubungan sebab-akibat. Dalam penelitian korelasional atau yang lain, peneliti hanya mengobservasi kondisi yang sudah ada dan mengukur apa yang telah terjadi pada variabel yang menjadi fokus perhatian. Dalam eksperimen, peneliti melakukan manipulasi kondisi sehingga dapat diyakini bahwa variasi kondisi tersebut menyebabkan timbulnya pengaruh terhadap variabel yang menjadi fokus penelitian.

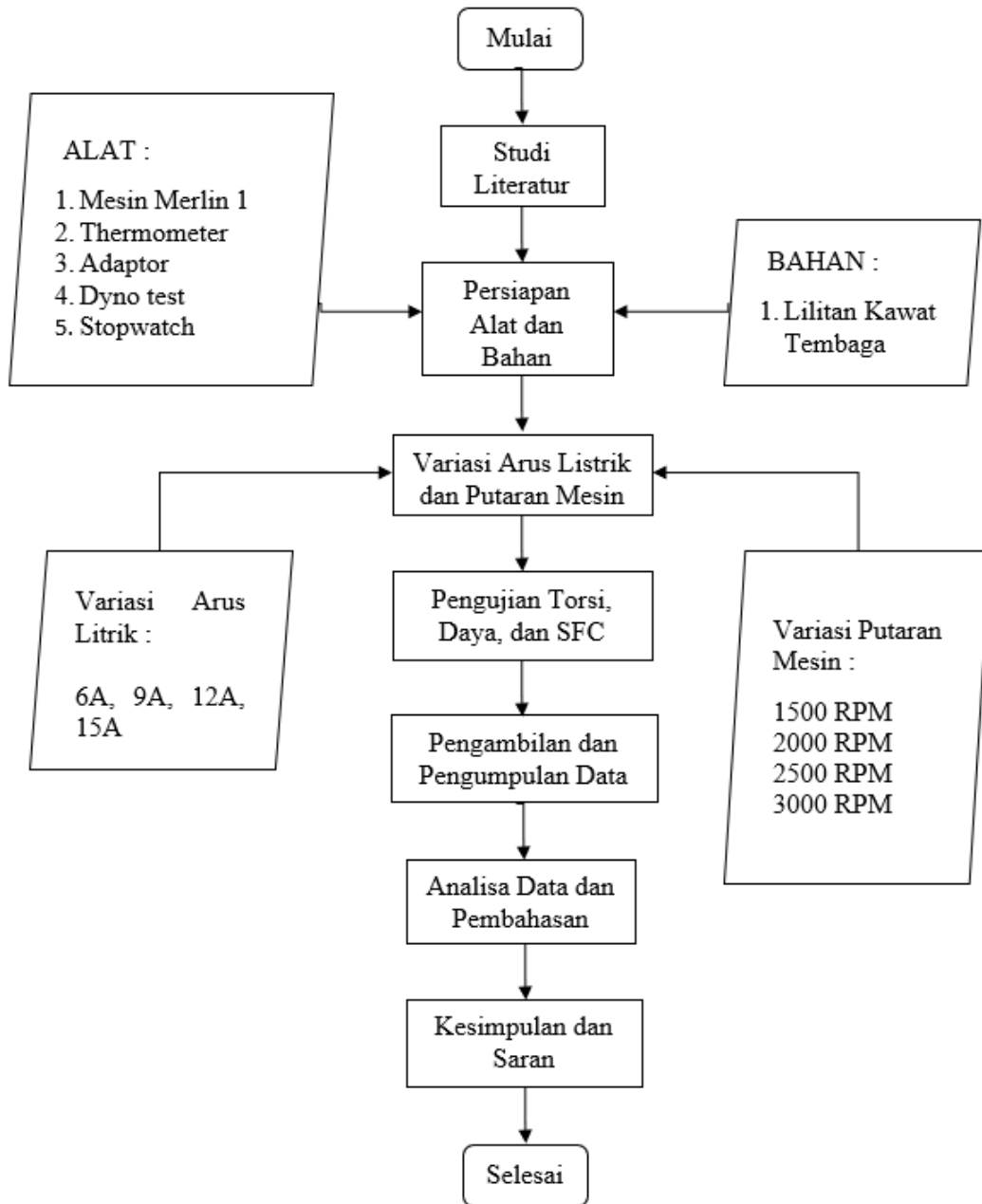
Contoh yang diberikan dalam hal metode penelitian eksperimental ini adalah dilakukannya penelitian untuk mengetahui pengaruh metode demonstrasi/alat peraga terhadap prestasi belajar murid dalam pelajaran matematika. Terdapat empat kelas yang belajar matematika. Dari empat kelas tersebut, dua kelas diberi pelajaran metode demonstrasi/alat peraga (O_1) dan dua kelas dengan metode ceramah (O_2). Setelah 3 bulan prestasi belajar diukur. Bila prestasi murid yang diajar dengan metode demonstrasi/alat peraga lebih tinggi dari pada murid yang diajar dengan metode ceramah, maka metode demonstrasi/dengan alat peraga lebih berpengaruh positif untuk pembelajaran matematika. (Danuri dan Siti Maisaroh., 2019).

Contoh lain berdasarkan referensi jurnal penelitian yang menggunakan metode eksperimental adalah jurnal penelitian yang dilakukan oleh (Sena, 2019) mengangkat tentang penghematan bahan bakar menggunakan pipa katalis metode hidrokarbon crack system ganda pada sepeda motor 4 tak 160 cc. Mengacu pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode eksperimen dan deskriptif diharapkan dapat mengungkap berbagai informasi tentang efektivitas penggunaan HCS terhadap performa mesin sepeda motor. Penelitian ini menggunakan variabel bebas dan terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah panjang spiral pipa katalis 500 mm, volume pertamax 1000 dan 2000 ml, kecepatan putaran mesin 1500 sampai 6000 rpm. Variabel terikat sebagai penguji variabel bebas mulai dari waktu performa mesin, torsi, daya, temperatur mesin, dan kebisingan. Volume bahan bakar premium 10 ml untuk mengetahui waktu performa mesin dan waktu pengujian lebih cepat. Desain pipa spiral katalis HCS ganda. Yang pertama adalah desain pipa spiral katalis yang disusun secara seri diikatkan pada exhaust manifold sepeda motor 4 tak Honda Mega Pro dengan panjang 500 mm. Dilanjutkan pemasangan selang ke tangki pertamax dan menuju intake manifold untuk mengatur gas hidrokarbon. Selanjutnya mengecek kondisi selang plastik,

menghidupkan mesin, setelah itu dilanjutkan untuk melakukan pengujian. (Sena, 2019).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir
(Sumber : Hadi., 2023)

3.2 Penjelasan Diagram Alir

Diagram alir merupakan sebuah jenis diagram yang mewakili algoritme, alir kerja, atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol-simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah. Diagram alir ini mewakili ilustrasi atau penggambaran penyelesaian masalah.

3.2.1 Studi Literatur

Studi Literatur ini merupakan cara untuk menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber-sumber tulisan dari penelitian yang pernah dibuat sebelumnya. Tujuannya adalah memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan studi dan juga menjadi dasar untuk melakukan penelitian. Di mana kegiatan yang dilakukan adalah mencari referensi dari jurnal hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan analisa pengaruh variasi arus listrik pada lilitan kawat tembaga pada pipa bahan bakar dan putaran mesin terhadap performa mesin motor bakar 4 tak pada mesin merlin 1.

REFERENSI :

1. **I Putu Budi Artayasa., 2021.** *Pengaruh Variasi Diameter Kawat Tembaga Pada Sistem Bahan Bakar Terhadap Performa Motor Bensin 4 Langkah.* **Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja.**
2. **I Made Mara., 2018.** *Analisis Penggunaan Alat Magnetisasi Bahan Bakar Secara Elektromagnetik Terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Satu Silinder.* **Universitas Mataram.**
3. **Rian Utama., 2017.** *Pengaruh Variasi Jumlah Lilitan dan RPM Alat Magnetisasi Bahan Bakar Berbasis Elektromagnetik Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin 4 Tak 1 Silinder.* **Universitas Mataram.**
4. **Prisca Permatasari., 2010.** *Studi Pengaruh Diameter Kawat dan Susunan Kumputan Terhadap Voltase Bangkitan Pada Mekanisme Pemanen Energi Getaran.* **Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.**

3.2.2 Tahap Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan merupakan tahap pengumpulan alat dan bahan yang dibutuhkan sebelum melakukan proses eksperimental tentang

pengaruh variasi arus listrik pada pipa bahan bakar dan putaran mesin terhadap performa motor bakar 4 tak pada mesin merlin 1. Bahan yang digunakan dalam proses eksperimental ini adalah sebagai berikut :

A. Bahan

Bahan utama yang dipakai pada proses penelitian eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Lilitan Kawat Tembaga pada pipa bahan bakar



Gambar 3. 2 Pipa Dengan Lilitan Kawat Tembaga
(Sumber : Hadi., 2023)

Alat ini merupakan modifikasi pipa bahan bakar yang telah diberi lilitan kawat tembaga sejumlah 4000 lilitan. Dan menggunakan kawat berdiameter 0,20 mm. Kawat tersebut memiliki panjang 150 mm. Dan dipasang pada saluran dari tangki bahan bakar menuju karburator.

B. Alat

Alat-alat yang digunakan untuk menunjang penelitian eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin Merlin 1



Gambar 3. 3 Mesin Merlin 1
(Sumber : Hadi., 2023)

Mesin Merlin 1 merupakan mesin motor bakar yang digunakan untuk menguji sistem variasi arus listrik pada pipa bahan bakar untuk mengetahui pengaruhnya pada performa mesin motor bakar. Adapun

spesifikasi mesin merlin 1 yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

Nama Mesin	: 1 unit Petrol Engine (Merlin 1)
Type	: Single Cylinder Four Strokes Air Cooled
Power	: 1,25 KW/3600 RPM
Bore	: 51 mm
Stroke	: 38 mm
Swept Volume	: 77,6 cc
Compression Ratio	: 6,5 : 1
Pulley	: 20 Teeth

2. Thermometer



Gambar 3. 4 Thermometer
Khrisbow
(Sumber : Hadi., 2023)

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu dengan tepat dan menyatakannya dengan suatu angka. Dalam penelitian ini thermometer yang digunakan adalah thermometer Krisbow. Alat ini digunakan sebagai pengukur suhu bahan bakar. Suhu yang diukur adalah suhu bahan bakar sebelum melewati pipa lilitan kawat tembaga dan yang satunya lagi digunakan untuk mengukur suhu bahan bakar setelah melewati pipa lilitan kawat tembaga. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapakah hasil dari ΔT (Selisih dari T1 dan T2).

3. Adaptor atau Travo



Gambar 3. 5 Adaptor atau Travo
(Sumber : Hadi., 2023)

Adaptor merupakan alat pengatur arus dan tegangan yang dibutuhkan untuk mengalirkan arus listrik yang berasal dari sumber tegangan utama. Dalam penelitian ini alat tersebut digunakan sebagai pengatur variasi arus listrik yang dibutuhkan untuk dialirkan menuju lilitan kawat tembaga.

4. Dyno Test



Gambar 3. 6 Dyno Test
(Sumber : Hadi., 2023)

Alat ini merupakan alat yang dilengkapi dengan pengatur kecepatan motor, dan terdapat monitor yang berfungsi untuk mengaamati besar torsi yang dihasilkan dari motor bakar yang sudah diatur kecepatan putarannya.

5. Stopwatch



Gambar 3. 7 Stopwacth
(Sumber : Hadi., 2023)

Stopwatch merupakan alat pencatat waktu yang terjadi antara 2 peristiwa. Bagian utama dari stopwatch terdiri dari 2 tombol dengan fungsi yang berbeda, yaitu tombol mulai ulang dan tombol henti. Dalam penelitian ini stopwatch digunakan untuk mengetahui berapakah waktu yang digunakan motor bakar dalam menghabiskan bahan bakar dengan volume 8 ml.

3.2.3 Variasi Arus Listrik dan Putaran Mesin

Maksud dari variasi arus listrik ini adalah variasi kuat arus listrik yang diatur pada saat masuk ke lilitan kawat tembaga. Variasi arus listrik yang digunakan adalah mulai dari variasi 6A, 9A, 12A, dan 15A. Variasi-variasi tersebut yang digunakan sebagai variabel yang diteliti.

Selanjutnya adalah variasi putaran mesin yang digunakan. Pada penelitian ini adalah variasi putaran mesin yang diatur dengan alat dynotest untuk mengetahui performa mesin antara lain adalah menggunakan variasi putaran mesin 1500 RPM, 2000 RPM, 2500 RPM, dan 3000 RPM.

Adapun pengujian untuk setiap kuat arus yang dipakai dengan variasi putaran mesin adalah sebagai berikut :

1. Pengujian arus listrik 6A menggunakan putaran mesin 1500, 2000, 2500, dan 3000 RPM.
2. Pengujian arus listrik 9A menggunakan putaran mesin 1500, 2000, 2500, dan 3000 RPM.
3. Pengujian arus listrik 12A menggunakan putaran mesin 1500, 2000, 2500, dan 3000 RPM.
4. Pengujian arus listrik 15A menggunakan putaran mesin 1500, 2000, 2500, dan 3000 RPM.

Jadi untuk semua variasi arus listrik yang digunakan, variasi putaran mesin juga sama untuk setiap pengujian arus listriknya.

Alasan menggunakan variasi arus listrik dan variasi putaran mesin adalah kedua jenis variasi tersebut memiliki hubungan satu sama lain. Hubungannya dalam penelitian ini adalah setiap percobaan variasi arus listrik dilakukan juga pemvariasian putaran mesin. Hal ini bertujuan untuk mengetahui performa mesin yang dihasilkan dari setiap variasi arus listrik pada saat dipicu pada lilitan kawat tembaga pada pipa bahan bakar. Sedangkan putaran mesin sendiri merupakan proses pemberian beban pada motor bakar itu sendiri. Karena dari variasi putaran mesin yang dilakukan pada setiap percobaan kuat arus listrik dapat didapatkan data perbandingan antar arus listrik satu dengan arus listrik yang lain. Hal ini bertujuan untuk mengetahui manakah kombinasi variasi arus listrik dan variasi putaran mesin terbaik yang dicapai untuk tetap mempertahankan performa mesin yang baik dengan penggunaan bahan bakar yang efisien atau penggunaan bahan bakar bensin seminimal mungkin.

3.2.4 Pengujian Torsi, Daya, dan SFC

Pengujian untuk mengetahui performa mesin pada penelitian ini antara lain mendeteksi besar Torsi yang dihasilkan, besar Daya yang dihasilkan, dan SFC atau besar Spesifik Bahan Bakar yang dihasilkan.

A. Tahapan Pengujian

Tahapan yang dilakukan pada saat pengujian performa mesin adalah sebagai berikut :

➤ Tahap Persiapan Pengujian



Gambar 3. 8 Proses
Persiapan Memasukkan
Bahan Bakar
(Sumber : Hadi., 2023)

Pemasangan semua komponen yang diperlukan termasuk alat ukur yang telah tersedia untuk penelitian ini. Dan mengisi tangki bahan bakar menggunakan bensin jenis pertalite RON 90.

➤ Tahap pengujian torsi dan daya adalah sebagai berikut :

1. Menghidupkan mesin
2. Mengatur putaran mesin 1500 rpm sampai 3000 rpm
3. Mengulang pengujian atau pengambilan data dengan mengamati torsi, air box pressure, dan mengamati (t) fuel time bahan bakar
4. Mencatat hasil pengujian yang tertampil di monitor dan alat pengujian lainnya



Gambar 3. 9 Proses Pengamatan Torsi dan Daya Pada Dyno Test (Sumber : Hadi., 2023)

- Tahap pengujian konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut :
1. Memasang alat untuk pengujian bahan bakar
 2. Memasukkan bahan bakar ke dalam tangki mesin merlin I
 3. Hidupkan mesin sesuai dengan aturan rpm yang telah ditetapkan yaitu 1500 rpm sampai 3000 rpm
 4. Mengambil hasil data konsumsi bahan bakar dari tegangan kawat lilitan yang dihasilkan dari setiap diameter yang sudah ditetapkan

5. Mencatat hasil data pengujian yang di dapat dari konsumsi bahan bakar tersebut



Gambar 3. 10 Pengamatan
Spesifik Bahan Bakar
(Sumber : Hadi., 2023)

- Tahap identifikasi temperatur bahan bakar yang menghasilkan kalor setelah melewati pipa bahan bakar yang dililit tembaga :
 1. Memasang alat thermocouple pada pipa bahan bakar.
 2. Pemasangan dilakukan pada pipa di depan kawat lilitan tembaga dan di belakang kawat lilitan tembaga.
 3. Mencatat hasil T1 dan T2 yang tertera pada thermocouple tersebut.



Gambar 3. 11 Proses
Pencatatan Hasil dari
Thermocouple
(Sumber : Hadi., 2023)

➤ Akhir Pengujian

Setelah proses pengujian dan pengambilan data sudah dilakukan, maka matikan mesin dan kembalikan ke keadaan normal seperti sedia kala

3.2.5 Pengambilan Data dan Pengumpulan Data

Data-data penunjang yang diambil dan dikumpulkan untuk bahan pembahasan pada penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut :

A. Observasi

Observasi di sini yaitu pengumpulan data yang kompleks karena memerlukan berbagai faktor dalam melakukannya. Metode ini digunakan untuk merekam berbagai fenomena yang terjadi selama melakukan penelitian. Metode ini merekam semua hasil dan fenomena yang terjadi pada saat melakukan penelitian yang tertangkap oleh indera, dan menyajikannya ke sebuah tabel yang akan diisi dengan data-data yang diperlukan pada saat melakukan penelitian ini. Adapun tabel tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Tabel Pengambilan Data Variasi Kuat Arus
(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Δhw Air Box Pressure
6 : 1								
Hasil Rata-Rata								

Tabel yang tertera di atas merupakan tabel yang digunakan untuk pengambilan data hasil pengujian untuk setiap variasi yang telah ditentukan. Mulai dari variasi kuat arus 6A, 9A, 12A, sampai 15A.

B. Dokumentasi

Untuk penelitian ini proses pengambilan data juga menggunakan cara dengan dokumentasi. Dokumentasi di sini dilakukan secara tertulis dan dokumentasi hasil foto yang telah dilakukan selama penelitian berlangsung.

3.2.6 Analisa Data dan Pembahasan

Pada tahap ini peneliti mengolah data yang telah diambil dan dikumpulkan pada saat penelitian. Data-data tersebut diolah sesuai dengan rumus yang digunakan untuk mengetahui hasil dari variabel yang diteliti. Serta disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisa yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut :

A. Analisa Penghitungan Kalor (q)

$$q = m.c.\Delta T$$

$$m.c.(T_2 - T_1)$$

Di mana :

q = Kalor yang dilepaskan atau diserap (Joule)

m = Massa benda yang melepas atau menerima kalor (kg)

c = Kalor jenis spesimen (J/kg⁰C)

ΔT = Temperatur benda yang dihasilkan (⁰C)

B. Analisa Perhitungan Torsi (Te)

$$T_e = \frac{5}{6} \times \text{Torsi Dynamometer } (T_d)$$

$$T_e = \frac{5}{6} \times \text{Torsi} = \dots (Nm)$$

Di mana :

Te = Torsi (Nm)

Td = Torsi Dynamometer (Nm)

C. Analisa Perhitungan Daya Yang Dihasilkan (Ne)

$$N_e = \frac{2.\pi.n.T_e}{60000} (KW)$$

Di mana :

Ne = Daya Motor (KW)

Te = Torsi Motor (Nm)

n = Dyno Speed (rpm)

D. Analisa Perhitungan SFC (Konsumsi Spsifik Bahan Bakar)

$$SFC = \frac{mf}{N_e} = \dots\dots$$

Di mana :

SFC = Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam.kW)

Mf = Fuel Mass Flow

Ne = Daya Motor (kW)

3.2.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisa data dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan langkah akhir yang dilakukan adalah penarikan kesimpulan yang berisi hal-hal penting yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian analisa pengaruh variasi arus listrik lilitan kawat tembaga pada pipa bahan bakar dan putaran mesin terhadap performa mesin motor bakar 4 tak pada mesin Mesin Merlin 1.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar Kampus 2 Institut Teknologi Nasional Malang Fakultas Teknologi Industri, dengan ini telah didapatkan data-data penelitian sebagai berikut :

4.1.1 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 6 Ampere

Berikut ini adalah hasil dari pengambilan data pada variasi kuat arus listrik 6A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 1500 RPM :

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putaran Mesin 1500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
6 : 1	1500	1.2	60.81	0.132	6	27	29	3
		1.2				27	30	
		1.2				27	31	
		1.1				27	32	
Hasil Rata-Rata		1.175	60.81	0.132	6	27	30.5	3

2. Data Hasil Pengujian Dengan Putara Mesin 2000 RPM

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putaran Mesin 2000 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
6 : 1	2000	1.6	77.50	0.103	6	27	29	4.5
		1.6				27	29	
		1.6				27	30	
		1.5				27	31	
Hasil Rata-Rata		1.575	77.50	0.103	6	27	29.8	4.5

3. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putaran Mesin 2500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
6 : 1	2500	1.7	60.47	0.132	6	27	28	6
		1.6				27	28	
		1.7				27	28	
		1.7				27	28	
Hasil Rata-Rata		1.675	60.47	0.132	6	27	28	6

4. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 6A Pada Putarann Mesin 3000 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28 ^o C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
6 : 1	3000	1.4	60.52	0.132	6	27	29	8.5
		1.3				27	29	
		1.4				27	30	
		1.4				27	29	
Hasil Rata-Rata		1.375	60.52	0.132	6	27	29.3	8.5

4.1.2 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 9 Ampere

Berikut ini adalah hasil dari pengambilan data pada variasi kuat arus listrik 9A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 1500 RPM

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A PAda Putaran Mesin 1500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
6 : 1	1500	1.6	78.50	0.102	9	27	30	3
		1.6				27	30	
		1.6				27	30	
		1.6				27	30	
Hasil Rata-Rata		1.6	78.50	0.102	9	27	30	3

2. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 2000 RPM

Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A Pada Putaran Mesin 2000 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
6 : 1	2000	2.0	62.78	0.127	9	27	31	5
		1.9				27	32	
		2.0				27	31	
		1.9				27	32	
Hasil Rata-Rata		1.95	62.78	0.127	9	27	31.5	5

3. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A Pada Putaran Mesin 2500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
6 : 1	2500	1.5	51.91	0.154	9	27	34	6.5
		1.7				27	35	
		1.6				27	36	
		1.6				27	34	
Hasil Rata-Rata		1.6	51.91	0.154	9	27	34.8	6.5

4. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 9A Pada Putaran Mesin 2500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m_{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δh_w Air Box Pressure
06 : 1	3000	0.9	48.22	0.166	9	27	34	8.5
		0.9				27	35	
		1.0				27	35	
		1.0				27	36	
Hasil Rata-Rata		0.95	48.22	0.166	9	27	35	8.5

4.1.3 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 12 Ampere

Berikut ini adalah hasil dari pengambilan data pada variasi kuat arus listrik 12A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 1500 RPM

Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 1500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28 ^o C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
06 : 1	1500	2.5	66.66	0.120	12	27	30	3
		2.6				27	31	
		2.6				27	31	
		2.6				27	32	
Hasil Rata-Rata		2.58	66.66	0.120	12	27	31	3

2. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 2000 RPM

Tabel 4. 10 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 2000 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28 ^o C						Pertalite RON 90

Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δh_w Air Box Pressure
06 : 1	2000	2.7	57.97	0.138	12	27	29	4.5
		2.7				27	29	
		2.6				27	29	
		2.7				27	29	
Hasil Rata-Rata		2.68	57.97	0.138	12	27	29	4.5

3. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 2500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δh_w Air Box Pressure
06 : 1	2500	2.3	54.16	0.148	12	27	30	6.5
		2.4				27	30	
		2.4				27	29	
		2.2				27	30	
Hasil Rata-Rata		2.33	54.16	0.148	12	27	29.8	6.5

4. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

Tabel 4. 12 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 12A Pada Putaran Mesin 3000 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
--------------------	--	-----------------------	--	----------------------	--------	----	----	-------------------------

Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
06 : 1	3000	1.3	46.75	0.171	12	27	29	9
		1.4				27	29	
		1.4				27	29	
		1.5				27	30	
Hasil Rata-Rata		1.4	46.75	0.171	12	27	29.3	9

4.1.4 Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 15 Ampere

Berikut ini adalah hasil dari pengambilan data pada variasi kuat arus listrik 12A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 1500 RPM

Tabel 4. 13 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 1500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar	Temperatur Udara Luar	m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar	Ta = 28°C					Pertalite RON 90

Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δh_w Air Box Pressure
06 : 1	1500	2.6	64.78	0.123	15	27	30	3
		2.8				27	32	
		2.8				27	33	
		2.6				27	34	
Hasil Rata-Rata		2.70	64.78	0.123	15	27	32.3	3

2. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 2000 RPM

Tabel 4. 14 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 2000 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m_{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28 ^o C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δh_w Air Box Pressure

06 : 1	2000	2.6	53.88	0.148	15	27	31	4.5
		2.7				27	31	
		2.5				27	31	
		2.6				27	31	
Hasil Rata-Rata		2.6	53.88	0.148	15	27	31	4.5

3. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

Tabel 4. 15 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 2500 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δhw Air Box Pressure
06 : 1	2500	2.3	49.85	0.160	15	27	31	6.5
		2.4				27	32	
		2.4				27	32	
		2.5				27	32	
Hasil Rata-Rata		2.40	49.85	0.160	15	27	31.8	6.5

4. Data Hasil Pengujian Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

Tabel 4. 16 Data Hasil Pengujian Kuat Arus 15A Pada Putaran Mesin 3000 RPM

(Sumber : Hadi., 2023)

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{BB} (ml)	Ampere (A)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90

Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed (RPM)	Td Dyno Torque (Nm)	t Fuel Time (s)					Δh_w Air Box Pressure
6 : 1	3000	2.0	46.16	0.173	15	27	30	9
		1.9				27	30	
		1.9				27	30	
		1.8				27	31	
Hasil Rata-Rata		1.90	46.16	0.173	15	27	30.3	9

4.2 Analisa Data Hasil Pengujian

Analisa data hasil pengujian berikut adalah analisa data dan penghitungan dari data yang telah didapatkan. Penyajian analisa dimulai dari penghitungan hasil pengujian dari variasi kuat arus listrik 6A, 9A, 12A, dan 15A masing-masing dengan variasi putaran mesinnya dengan menggunakan rumus-rumus pada mesin Merlin 1.

4.2.1 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 6 Ampere

Berikut ini adalah analisa dan penghitungan data dari variasi kuat arus listrik 6A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 1500 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 1500 = 1800 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times T_d = \frac{5}{6} \times 1,175 = 0,98 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 1800 \times 0,98}{60000} = 0,185 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (m_f) :

$$m_f = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{60,81} = 0,35 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (m_a) :

$$m_a = k \sqrt{\frac{Pa \times \Delta h_w}{T a^\circ K}} = 0,75 \sqrt{\frac{1101 \times 3}{302}} = 24,084 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{24,084}{0,35} = 68,81$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 24,084}{1101 \times 76,6 \times 1800 \times 30} = 5,29 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,35}{0,185} = 1,892 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times Cv} = \frac{0,185}{0,35 \times 43} = 0,012 \%$$

2. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2000 RPM

- Kecepatan Motor (ne) :

$$ne = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$ne = \frac{6}{5} \times 2000 = 2400 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (Te) :

$$Te = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 1,575 = 1,313 \text{ Nm}$$

- Brake Power (Ne) :

$$Ne = \frac{2 \times \pi \times ne \times Te}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 2400 \times 1,313}{60000} = 0,33 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{77,50} = 0,27 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt{\frac{k \times Pa \times \Delta h_w}{Ta \times K}} = 0,75 \sqrt{\frac{1101 \times 4,5}{302}} = 41,31 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{41,31}{0,27} = 153$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 41,31}{1101 \times 76,6 \times 2400 \times 30} = 6,81 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,27}{0,33} = 0,89 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times Cv} = \frac{0,33}{0,27 \times 43} = 0,03 \%$$

3. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

- Kecepatan Motor (ne) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 2500 = 3000 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times T_d = \frac{5}{6} \times 1,675 = 1,40 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3000 \times 1,40}{60000} = 0,44 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (m_f) :

$$m_f = v \times p_f \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{60,47} = 0,35 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (m_a) :

$$m_a = \sqrt{\frac{k \times P_a \times \Delta h_w}{T_a \times K}} = 0,75 \sqrt{\frac{1101 \times 6}{302}} = 60,53 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$\text{AFR} = \frac{m_a}{m_f} = \frac{60,53}{0,35} = 172,95$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times m_a}{P_a \times V_s \times n_e \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 60,53}{1101 \times 76,6 \times 3000 \times 30} = 7,97 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{N_e} = \frac{0,35}{0,44} = 0,80 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{N_e}{m_f \times C_v} = \frac{0,44}{0,35 \times 43} = 0,03 \%$$

4. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 3000 = 3600 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times T_d = \frac{5}{6} \times 1,375 = 1,15 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3600 \times 1,15}{60000} = 0,43 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (m_f) :

$$m_f = v \times p_f \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{60,52} = 0,35 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (m_a) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta h w}{T a^{\circ} K}} = {}^{0,75}\sqrt{\frac{1101 \times 8,5}{302}} = 96,23 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{96,23}{0,35} = 274,94$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 96,23}{1101 \times 76,6 \times 3600 \times 30} = 10,56 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,35}{0,43} = 0,81 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times cv} = \frac{0,43}{0,35 \times 43} = 0,03 \%$$

4.2.2 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 9 Ampere

Berikut ini adalah analisa dan penghitungan data dari variasi kuat arus listrik 9A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 1500 RPM

- Kecepatan Motor (ne) :

$$ne = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer } (nd)$$

$$ne = \frac{6}{5} \times 1500 = 1800 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (Te) :

$$Te = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 1,6 = 1,33 \text{ Nm}$$

- Brake Power (Ne) :

$$Ne = \frac{2 \times \pi \times ne \times Te}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 1800 \times 1,33}{60000} = 0,25 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{78,50} = 0,272 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta h w}{T a^{\circ} K}} = {}^{0,75}\sqrt{\frac{1101 \times 3}{302}} = 24,09 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{24,09}{0,272} = 88,57$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 24,09}{1101 \times 76,6 \times 1800 \times 30} = 5,3 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,272}{0,25} = 1,088 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times Cv} = \frac{0,25}{0,272 \times 43} = 0,02 \%$$

2. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2000 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 2000 = 2400 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 1,95 = 1,625 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 2400 \times 1,625}{60000} = 0,41 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{62,78} = 0,034 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta hw}{Ta^\circ K}} = \sqrt[0,75]{\frac{1101 \times 5}{302}} = 47,52 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{47,52}{0,34} = 139,76$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times n_e \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 47,52}{1101 \times 76,6 \times 2400 \times 30} = 7,83 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{N_e} = \frac{0,34}{0,41} = 0,83 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{N_e}{mf \times Cv} = \frac{0,41}{0,34 \times 43} = 0,03 \%$$

3. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 2500 = 3000 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 1,6 = 1,33 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3000 \times 1,33}{60000} = 0,42 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{51,91} = 0,41 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta hw}{Ta^\circ K}} = \sqrt[0,75]{\frac{1101 \times 6,5}{302}} = 67,36 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{67,36}{0,41} = 164,29$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 67,36}{1101 \times 76,6 \times 3000 \times 30} = 8,87 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,41}{0,42} = 0,98 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times Cv} = \frac{0,42}{0,41 \times 43} = 0,023 \%$$

4. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer } (n_d)$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 3000 = 3600 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times T_d = \frac{5}{6} \times 0,95 = 0,79 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3600 \times 0,79}{60000} = 0,29 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{48,22} = 0,44 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta hw}{Ta^\circ K}} = \sqrt[0,75]{\frac{1101 \times 8,5}{302}} = 96,23 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{96,23}{0,44} = 218,70$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 96,23}{1101 \times 76,6 \times 3600 \times 30} = 10,56 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{N_e} = \frac{0,44}{0,29} = 1,52 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times Cv} = \frac{0,29}{0,44 \times 43} = 0,02 \%$$

4.2.3 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 12 Ampere

Berikut ini adalah analisa dan penghitungan data dari variasi kuat arus listrik 12A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 1500 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 1500 = 1800 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 2,58 = 2,15 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 1800 \times 2,15}{60000} = 0,41 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{66,66} = 0,32 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta hw}{Ta^{\circ K}}} = 0,75 \sqrt{\frac{1101 \times 3}{302}} = 24,09 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{24,09}{0,32} = 75,28$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times n_e \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 24,09}{1101 \times 76,6 \times 1800 \times 30} = 5,29 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{N_e} = \frac{0,32}{0,41} = 0,780 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{N_e}{mf \times Cv} = \frac{0,41}{0,32 \times 43} = 0,03 \%$$

2. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2000 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 2000 = 2400 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 2,68 = 2,23 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 2400 \times 2,23}{60000} = 0,56 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{59,97} = 0,37 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta h_w}{Ta^\circ K}} = 0,75 \sqrt{\frac{1101 \times 4,5}{302}} = 41,31 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{41,31}{0,37} = 111,65$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times V_s \times n_e \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 41,31}{1101 \times 76,6 \times 2400 \times 30} = 6,8 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{N_e} = \frac{0,37}{0,56} = 0,66 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{N_e}{mf \times Cv} = \frac{0,56}{0,37 \times 43} = 0,04 \%$$

3. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 2500 = 3000 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 2,325 = 1,94 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3000 \times 1,94}{60000} = 0,61 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{54,16} = 0,39 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta h_w}{Ta^\circ K}} = 0,75 \sqrt{\frac{1101 \times 6,5}{302}} = 67,36 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{67,36}{0,39} = 172,72$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 67,36}{1101 \times 76,6 \times 3000 \times 30} = 8,87 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,39}{0,61} = 0,64 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times Cv} = \frac{0,61}{0,39 \times 43} = 0,04 \%$$

4. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 3000 = 3600 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 1,4 = 1,17 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3600 \times 1,17}{60000} = 0,44 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{46,75} = 0,46 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta hw}{Ta^\circ K}} = \sqrt[0,75]{\frac{1101 \times 9}{302}} = 103,82 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{103,82}{0,46} = 225,70$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 103,82}{1101 \times 76,6 \times 3600 \times 30} = 11,40 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{N_e} = \frac{0,46}{0,44} = 1,05 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{N_e}{mf \times Cv} = \frac{0,44}{0,46 \times 43} = 0,03 \%$$

4.2.4 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 15 Ampere

Berikut ini adalah analisa dan penghitungan data dari variasi kuat arus listrik 15A pada setiap variasi putaran mesin.

1. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 1500 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer } (n_d)$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 1500 = 1800 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times T_d = \frac{5}{6} \times 2,70 = 2,25 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 1800 \times 2,25}{60000} = 0,42 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (m_f) :

$$m_f = v \times p_f \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{64,78} = 0,33 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (m_a) :

$$m_a = \sqrt{\frac{k \times P_a \times \Delta h_w}{T_a \times K}} = \sqrt{0,75 \times \frac{1101 \times 3}{302}} = 24,09 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$\text{AFR} = \frac{m_a}{m_f} = \frac{24,09}{0,33} = 73$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times m_a}{P_a \times V_s \times n_e \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 24,09}{1101 \times 76,6 \times 1800 \times 30} = 5,3 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{N_e} = \frac{0,33}{0,42} = 0,79 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{N_e}{m_f \times C_v} = \frac{0,42}{0,33 \times 43} = 0,03 \%$$

2. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2000 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer } (n_d)$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 2000 = 2400 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times T_d = \frac{5}{6} \times 2,6 = 3,12 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 2400 \times 3,12}{60000} = 0,78 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (m_f) :

$$m_f = v \times p_f \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{53,88} = 0,4 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (m_a) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta h w}{T a^{\circ} K}} = \sqrt[0,75]{\frac{1101 \times 4,5}{302}} = 41,92 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{41,92}{0,4} = 104,8$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 41,92}{1101 \times 76,6 \times 2400 \times 30} = 6,9 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,4}{0,78} = 0,513 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times cv} = \frac{0,78}{0,4 \times 43} = 0,05 \%$$

3. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 2500 RPM

- Kecepatan Motor (ne) :

$$ne = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$ne = \frac{6}{5} \times 2500 = 3000 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (Te) :

$$Te = \frac{5}{6} \times Td = \frac{5}{6} \times 2,40 = 2 \text{ Nm}$$

- Brake Power (Ne) :

$$Ne = \frac{2 \times \pi \times ne \times Te}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3000 \times 2}{60000} = 0,63 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (mf) :

$$mf = v \times pf \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{49,85} = 0,43 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (ma) :

$$ma = \sqrt[k]{\frac{Pa \times \Delta h w}{T a^{\circ} K}} = \sqrt[0,75]{\frac{1101 \times 6,5}{302}} = 67,36 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{ma}{mf} = \frac{67,36}{0,43} = 156,65$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times ma}{Pa \times Vs \times ne \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 67,36}{1101 \times 76,6 \times 3000 \times 30} = 8,87 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{mf}{Ne} = \frac{0,43}{0,63} = 0,68 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

$$\eta_{bth} = \frac{Ne}{mf \times cv} = \frac{0,63}{0,43 \times 43} = 0,03 \%$$

4. Hasil Analisa Data Dengan Putaran Mesin 3000 RPM

- Kecepatan Motor (n_e) :

$$n_e = \frac{6}{5} \times \text{Kecepatan Dynamometer (nd)}$$

$$n_e = \frac{6}{5} \times 3000 = 3600 \text{ rpm}$$

- Torsi Motor (T_e) :

$$T_e = \frac{5}{6} \times T_d = \frac{5}{6} \times 1,90 = 1,58 \text{ Nm}$$

- Brake Power (N_e) :

$$N_e = \frac{2 \times \pi \times n_e \times T_e}{60000} = \frac{2 \times 3,14 \times 3600 \times 1,58}{60000} = 0,6 \text{ KW}$$

- Fuel Mass Flow Rate (m_f) :

$$m_f = v \times p_f \times \frac{3,6}{t} = 8 \times 0,741 \times \frac{3,6}{46,16} = 0,46 \text{ kg/s}$$

- Air Mass Flow Rate (m_a) :

$$m_a = k \sqrt{\frac{P_a \times \Delta h_w}{T_a \text{ } ^\circ K}} = {}^{0,75} \sqrt{\frac{1101 \times 9}{302}} = 103,82 \text{ kg/s}$$

- Air Fuel Ratio (AFR)

$$AFR = \frac{m_a}{m_f} = \frac{103,82}{0,46} = 225,70$$

- Volumetrik Efisiensi (η_v)

$$\eta_v = \frac{100 \times m_a}{P_a \times V_s \times n_e \times \frac{60}{2}} = \frac{100 \times 103,82}{1101 \times 76,6 \times 3600 \times 30} = 11,396 \%$$

- Break Spesifik Fuel Consumption (SFC)

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} = \frac{0,46}{0,6} = 0,77 \text{ g/KW}$$

- Break Thermal Efisiensi (η_{bth})

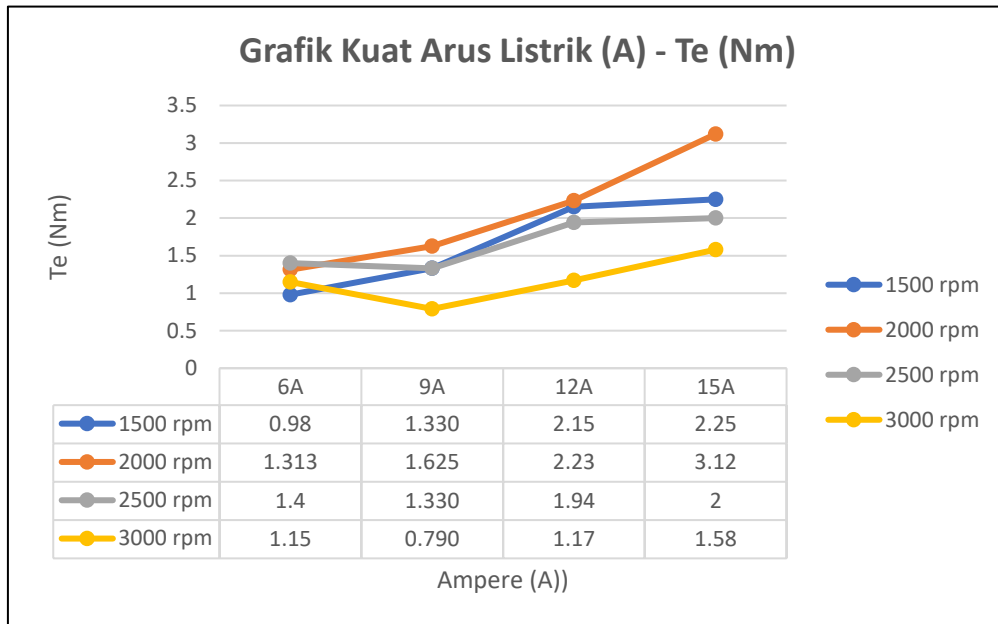
$$\eta_{bth} = \frac{N_e}{m_f \times C_v} = \frac{0,6}{0,46 \times 43} = 0,03 \%$$

4.3 Pembahasan Hasil Analisa Data

Berikut ini adalah pembahasan dari hasil analisa data dari setiap variasi kuat arus listrik dengan variasi putaran mesin yang telah dihitung hasil performanya. Selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara variasi kuat arus listrik dengan variasi putaran mesin.

4.3.1 Pembahasan Hasil Analisa Data Dari Torsi (T_e)

Dari pembahasan berikut ini adalah hubungan antara variasi kuat arus listrik (A) dan variasi putaran mesin (RPM) terhadap hasil dari hasil torsi mesin (T_e). Pembahasan ini disajikan dengan sebuah grafik yang mewakili hubungan antara variabel-variabel yang diteliti, dan hasil dari grafik yang disajikan adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Kuat Arus Listrik (A) Dengan Torsi (Te)
(Sumber : Hadi., 2023)

Pembahasan :

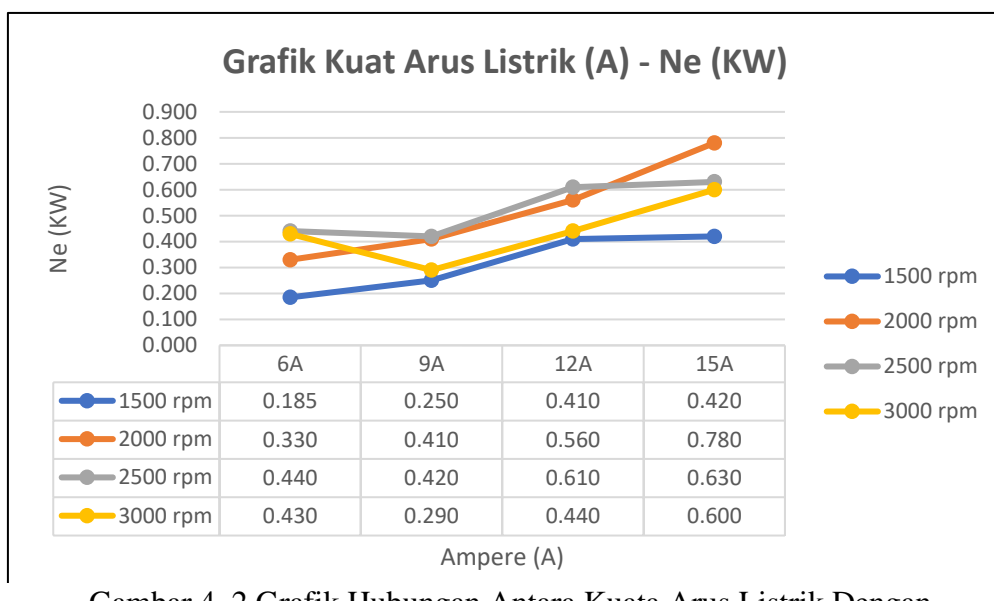
Dari grafik di atas dapat diamati bahwa nilai torsi tertinggi didapatkan oleh variasi kuat arus listrik 15A pada putaran mesin 2000 rpm. Pada putaran mesin 2500 dan 3000 rpm dengan variasi kuat arus listrik 9A, keduanya mengalami penurunan torsi akibat perpaduan atau kombinasi kuat arus listrik dan putaran mesin yang kurang dalam proses pemecuan kalor pada lilitan kawat tembaga. Hal tersebut juga mempengaruhi laju massa bahan bakar yang melewati pipa lilitan kawat tembaga. Karena laju massa bahan bakar pada pipa lilitan kawat tembaga pada putaran 2500 dan 3000 rpm cukup cepat, maka kuat arus listrik 9A kurang begitu bagus pada proses pemecuan kalor.

Sedangkan pada variasi kuat arus listrik 12A dan 15A, keduanya melakukan proses pemecuan kalor pada lilitan kawat tembaga dengan hasil yang cukup baik. Ditunjukkan pada putaran mesin 1500, 2000, 2500 dan 3000 rpm, pada semua variasi tersebut didapatkan hasil torsi yang cukup baik karena menghasilkan grafik yang meningkat pada masing-masing variasi kuat arus listrik.

4.3.2 Pembahasan Hasil Analisa Data Dari Performa Daya (Ne)

Dari pembahasan berikut ini adalah hubungan antara variasi kuat arus listrik (A) dan variasi putaran mesin (RPM) terhadap hasil dari hasil daya mesin (Ne). Pembahasan ini disajikan dengan sebuah grafik yang mewakili hubungan antara variabel-variabel yang diteliti, dan hasil dari grafik yang disajikan adalah sebagai berikut :

Pembahasan :

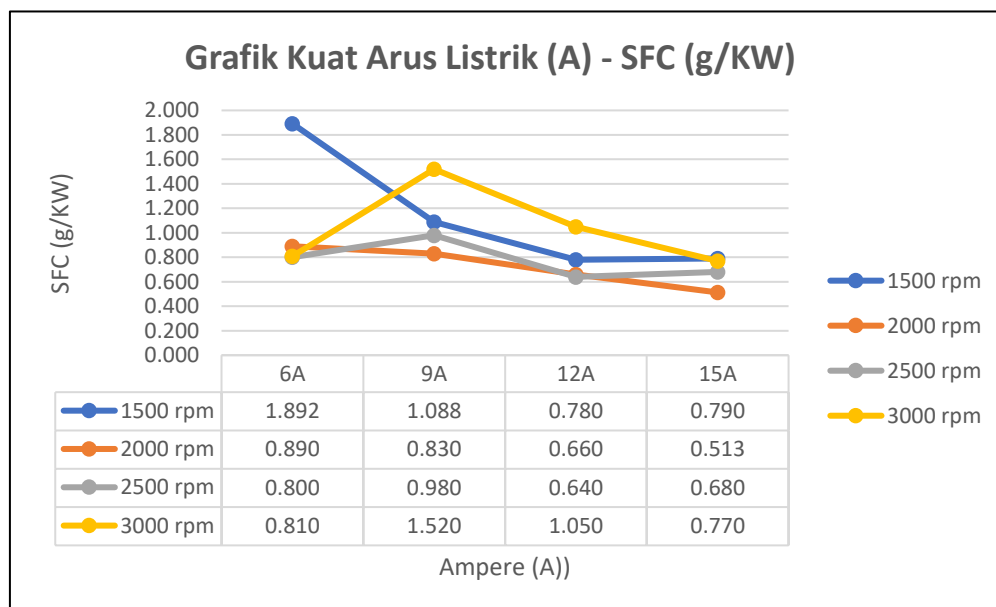


Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Antara Kuata Arus Listrik Dengan Daya (Ne)

(Sumber : Hadi., 2023)

Dari grafik di atas dapat diamati bahwa pada variasi kuat arus listrik 15A dengan putaran mesin 2000 rpm didapatkan daya mesin motor bakar tertinggi dibandingkan dengan variasi kuat arus listrik yang lain. Hampir sama dengan hasil torsi mesin yang didapatkan, pada variasi kuat arus listrik 9A dengan putaran mesin 2500 dan 3000 rpm didapatkan grafik menurun dibandingkan pada variasi kuat arus listrik 6A. Hal ini disebabkan kecepatan massa laju bahan bakar yang cukup tinggi pada putaran mesin tersebut, menyebabkan kuat arus 9A tidak cukup mampu untuk melakukan pemucuan kalor guna mendapatkan hasil nilai daya meningkat pada putaran mesin 2500 dan 3000 rpm. Sedangkan untuk kuat arus listrik 12A dan 15A menghasilkan grafik meningkat dalam menghasilkan daya mesin, karena pemucuan kalor oleh kuat arus tersebut mampu meningkatkan daya mesin pada putaran 2500 dan 3000 rpm. Jadi pada kombinasi tersebut massa laju bahan bakar bisa mendapatkan kalor yang cukup untuk meningkatkan daya mesin motor bakar dengan menggunakan diameter lilitan kawat tembaga 0,20 mm.

4.3.3 Pembahasan Hasil Analisa Data Dari Spesifik Konsumsi Bahan Bakar (SFC)



Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Antara Kuat Arus Dengan Spesifik Konsumsi Bahan Bakar (SFC)

(Sumber : Hadi., 2023)

Dari pembahasan berikut ini adalah hubungan antara variasi kuat arus listrik (A) dan variasi putaran mesin (RPM) terhadap hasil dari hasil Spesifik konsumsi bahan bakar (SFC). Pembahasan ini disajikan dengan sebuah grafik yang mewakili hubungan antara variabel-variabel yang diteliti, dan hasil dari grafik yang disajikan adalah sebagai berikut :

Pembahasan :

Dari grafik di atas dapat diamati bahwa nilai terendah dari konsumsi bahan bakar (SFC) adalah pada variasi kuat arus listrik 15A pada putaran mesin 2000 rpm. Hal ini disebabkan karena pada kombinasi variasi tersebut saat diaplikasikan pada lilitan kawat tembaga berdiameter 0,20 mm hasilnya sangat efisien. Karena mampu meminimalisir konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan variasi kuat arus dan tegangan yang lain. Hal ini dapat dilihat dan dapat dijadikan sebagai perbandingan yaitu pada variasi kuat arus listrik 9A pada putaran mesin 2500 dan 3000 rpm. Pada variasi tersebut konsumsi bahan bakar menunjukkan grafik meningkat jika dibandingkan dengan variasi arus listrik 6A dengan putaran mesin yang sama. Hal ini disebabkan karena kuat arus 9A pada putaran mesin 2500 dan 3000 rpm kurang cukup untuk melakukan pemicuan kalor pada bahan bakar yang melewati pipa dengan lilitan kawat tembaga berakibat temperatur bahan bakar yang dihasilkan untuk masuk ke dalam mesin motor bakar kekurangan kalor sehingga bahan bakar yang dibutuhkan menjadi semakin banyak. Sedangkan pada variasi kuat arus 12A dan 15A pada putaran mesin 2500 dan 3000 mampu

memicukan kalor pada bahan bakar yang melewati pipa berlilitan kawat tembaga dengan cukup baik dibandingkan kuat arus 9A. Hal ini berakibat bahwa massa laju bahan mendapatkan cukup kalor untuk masuk ke mesin motor bakar dengan konsumsi yang lebih sedikit dan lebih efisien.

Selain itu pada grafik tersebut variasi kuat arus listrik 9A pada putaran 3000 rpm mengalami kenaikan yang cukup signifikan, hal ini disebabkan karena kuat arus 9A sebagai pemicu kalor pada lilitan kawat tembaga menghasilkan perbandingan antara Fuel Mass Flow Rate (mf) dan daya mesin (Ne) yang cukup besar. Hal ini juga disebabkan karena daya mesin (Ne) yang relatif kecil dan putaran mesin yang tinggi berakibat pada konsumsi bahan bakar yang juga meningkat. Oleh sebab itu variasi kuat arus 9A tidak cukup kuat dalam memicukan kalor ke bahan bakar dengan putaran mesin 3000 rpm.

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil dari pengujian pada pengaruh variasi kuat arus listrik dan putaran mesin pada lilitan kawat tembaga berdiameter 0,20 mm pada pipa bahan bakar terdapat pengaruh pada performa mesin sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh variasi kuat arus listrik dan putaran mesin pada pipa lilitan kawat tembaga berdiameter 0,20 mm terhadap torsi (T_e) mesin yang menghasilkan variasi tertinggi dicapai oleh kuat arus listrik 15A pada putaran mesin 2000 RPM menghasilkan torsi sebesar 3,12 Nm.
2. Terdapat pengaruh variasi kuat arus listrik dan putaran mesin pada pipa lilitan kawat tembaga berdiameter 0,20 mm terhadap daya (N_e) mesin yang menghasilkan variasi tertinggi dicapai oleh kuat arus listrik 15A pada putaran mesin 2000 RPM menghasilkan daya sebesar 0,780 KW.
3. Terdapat pengaruh variasi kuat arus listrik dan putaran mesin pada pipa lilitan kawat tembaga berdiameter 0,20 mm terhadap konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) mesin yang menghasilkan konsumsi bahan bakar terendah dicapai oleh variasi kuat arus listrik 15A pada putaran mesin 2000 RPM sebesar 0,513 g/KW.

5.2 SARAN

Dalam penelitian yang sudah dilakukan, tentunya masih ada kesalahan dan kekurangan. Untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya peneliti memiliki saran sebagai berikut :

1. Bisa ditambahkan lilitan kawat tembaga yang digunakan sebagai pemicu kalor pada pipa bahan bakar menjadi 5000 atau 6000 lilitan dengan diameter kawat 0,20 mm.
2. Pada saat pengamatan temperatur bahan bakar peneliti menggunakan alat berupa thermometer, akan tetapi sensor thermometer tersebut kurang tahan terhadap getaran mesin motor bakar, jadi peneliti mengamati angka pada thermometer yang paling dominan muncul pada saat pengambilan data, maka penulis sarankan menggunakan thermometer yang lebih presisi dengan spek sensor thermometer yang tahan terhadap getaran mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Mufarida, N. ana., (2000). *Pengaruh optimalisasi proses pembakaran dengan penggunaan teknik magnetisasi pada aliran bahan bakar terhadap peningkatan performa mesin*. Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
- Permatasari, P., (2010). *Studi Pengaruh Diameter Kawat dan Susunan Gumparan Terhadap Voltase Bangkit Pada Mekanisme Pembangkit Energi Getaran*. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Darmawansyah., (2015). *Pengaruh pembebanan dan Putaran Mesin Terhadap Torsi dan Daya Yang Dihasilkan Mesin Matari MGX200/SL*.
<https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Dewan, S. siw., (2015). Pengujian Sifat-sifat Mekanis Dengan Mengguakan Bahan Tembaga Paduan. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/791/1/108130019_file1.pdf
- Hamdhani, M., & Sudarmanta, B., (2016). *Studi Eksperimental Variasi Kuat Medan Magnet Induksi Pada Aliran Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin SINJAI 650 CC (Studi Kasus : Mapping Sumber Tegangan Induksi Magnet)*. 5(2), 2–7.
- Rian Utama., (2017). *Pengaruh Variasi Jumlah Lilitan Dan Putaran Mesin Alat Magnetisasi Bahan Bakar Dengan Elektromagnetik Terhadap Mesin Bensin Empat Langkah 1 Silinder*. Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Mara, I. M., Joniarta, I. W., Alit, I. B., Sayoga, I. M. A., & Nuarsa, M. (2018). *Analisis penggunaan alat magnetisasi bahan bakar secara elektromagnetik terhadap unjuk kerja mesin empat langkah satu silinder*. *Dinamika Teknik Mesin*, 8(2), 98–103. <https://doi.org/10.29303/dtm.v8i2.233>.
- Putra, A.G.W.G., (2020). *Pengaruh Variasi Pencampuran Bahan Bakar Limbah Plastik Dengan Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah*. Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja.
- I Putu Budi Artayasa., (2021). *Pengaruh Variasi Diameter Kawat Tembaga Pada Sistem Bahan Bakar Terhadap Performa Motor Bensin 4 Langkah*. Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja.

Sugiarto., (2021). *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Bensin Melalui Media Pipa Aluminium Di Dalam Upper Tank Radiator Terhadap emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Pada Daihatsu Taruna Tahun 2000*. Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Jakarta.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

LAMPIRAN I : BIODATA PENULIS
LAMPIRAN II : SURAT DOSEN PEMBIMBING
LAMPIRAN III : DATA HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM
LAMPIRAN IV : DOKUMENTASI HASIL PENGUJIAN

LAMPIRAN I**BIODATA PENULIS**

Nama : Hadi Cahyono
 Tempat, Tanggal Lahir : Ponorogo, 21 Mei 1995
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
 Status : Belum Kawin
 Alamat : Dukuh Maron RT001/RW002
 Desa Galak, Kecamatan Slahung
 Kabupaten Ponorogo
 Jawa Timur
 No. HP : 082132808351
 Email : cahyonoliverpudlian@gmail.com

**RIWAYAT PENDIDIKAN**

Tahun 2000 – 2002 : TK Darma Wanita Galak Slahung Ponorogo
 Tahun 2002 – 2008 : SDN Galak 1
 Tahun 2008 – 2011 : SMPN 1 Ponorogo
 Tahun 2011 – 2014 : SMKN 1 Jenangan Ponorogo
 Tahun 2019 – Sekarang : Program Studi Teknik S-1 Institut Teknologi
 Nasional Malang

PENGALAMAN MAGANG

Tahun 2012 : Bengkel Kalitelu Teknik Tulungagung
 Tahun 2014 – 2015 : PT. ADVAN METAL ENGINEERING, Cikarang,
 Jawa Barat
 Tahun 2015 – 2018 : TEC TAKAHASHI, YOKOHAMA, JEPANG

PENGALAMAN ORGANISASI

2019 – 2021 : EPIC ITN MALANG

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Malang, 11 Februari 2023

Hormat Saya

HADI CAHYONO

1911001

LAMPIRAN II
SURAT DOSEN PEMBIMBING



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus 1 : J. Bunderan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus 2 : J. Raya Karangrejo, Km 2 Telp. (0341) 417036 Fax. (0341) 417034 Malang

Malang, 15 September 2022

Nomor : ITN-39/1.TA/2022
Lampiran :
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr. Ir. Mochtar Asroni, MSME
Dosen Institut Teknologi Nasional
di MALANG

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Skripsi untuk saudara mahasiswa :

Nama : HADI CAHYONO
Nim : 1911001
Jurusan : Teknik Mesin
Program studi : Teknik Mesin (S1)

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Bapak/Ibu selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal/bulan :

15 September 2022 S/d 15 Februari 2023

Adapun tugas tersebut untuk menempuh Ujian Akhir Program Sarjana S1. Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan banyak terima kasih.



Ketua Program Studi Teknik Mesin S1
Dr. I Komang Astana Widi, ST, MT
NIP. Y 1030400405

Tembusan kepada Yth
1. Bapak/Ibu Dekan FTI ITN Malang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Surat Dosen Pembimbing

LAMPIRAN III


DATA HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM

Pengambilan Data Laboratorium Motor Bakar

Dilaksanakan Oleh : HADI CAHYONO NIM : 1911001
Waktu : 17 November 2022 Tempat : Laboratorium Motor
ITN Malang Kampus 2

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		n _{gas} (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Ahw Air Box Pressure	
06 : 1	1500	1, 2		0,132	6	27	29	3	11.414,453
		1, 2	60,91			27	30		
		1, 2				27	31		
		1, 1				27	32		
Hasil Rata-Rata		1,105	60,81	0,132	6	27	30,5	3	11.414,453

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		n _{gas} (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Ahw Air Box Pressure	
06 : 1	2000	1, 6		0,101	6	27	29	4,5	11.414,453
		1, 6	77,50			27	29		
		1, 6				27	30		
		1, 5				27	31		
Hasil Rata-Rata		1,575	77,50	0,101	6	27	29,6	4,5	11.414,453

Malang, 17 November 2022
Austria Laboratorium


Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 6A Pada Putaran Mesin 1500 dan 2000 RPM

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		mas (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar:	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Abw Air Box Pressure	
06:1	2500	1.7	60.97	0.171	6	27	28	L	11.414,453
		1.6				27	28		
		1.7				27	28		
		1.7				27	28		
Hasil Rata-Rata		1.677	60.97	0.171	6	27	28	8	11.414,453

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		mas (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar:	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Abw Air Box Pressure	
06:1	3000	1.4	60.52	0.152	6	27	29	8.5	11.414,453
		1.3				27	29		
		1.4				27	29		
		1.4				27	29		
Hasil Rata-Rata		1.375	60.52	0.152	6	27	29	8.5	11.414,453

17 November 2022
 Laboratorium
 Moh Zain Zain Yezih H., ST

Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 6A Pada Putaran Mesin 2500 dan 3000 RPM

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m (m/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Abw Air Box Pressure	
06 : 1	1500	1.6	78.50	0.102	9	27	30	5	11.414,453
		1.6				27	30		
		1.6				27	30		
		1.6				27	30		
Hasil Rata-Rata		1.6	78.50	0.102	9	27	30	5	11.414,453


Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m (m/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Abw Air Box Pressure	
06 : 1	2000	2.0	62.78	0.137	9	27	31	5	11.414,453
		1.9				27	32		
		2.0				27	31		
		1.9				27	32		
Hasil Rata-Rata		1.95	62.78	0.137	9	27	31.5	5	

17 November 2022
Asisten Laboratorium
Moch Zuh Zuh Teguh H., ST

Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 9A Pada Putaran Mesin 1500 dan 2000 RPM

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		mm (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kkal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Ahw Air Box Pressure	
06 : 1	2500	1.5	51.7	0.56	9	27	34	6.5	11.414,453
		1.7				27	33		
		1.6				27	34		
		1.6				27	34		
Hasil Rata-Rata		1.6	51.7	0.559	9	27	34.8	6.5	11.414,453

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		mm (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kkal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Ahw Air Box Pressure	
06 : 1	3000	0.9	49.2	0.166	9	27	34	8.5	11.414,453
		0.9				27	35		
		1.0				27	35		
		1.0				27	36		
Hasil Rata-Rata		0.95	49.2	0.166	9	27	35	8.5	11.414,453


 17 November 2022
 (Moch Zam Zam Teguh H., ST)

Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 9A Pada Putaran Mesin 2500 dan 3000 RPM

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		rpm (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Abw Air Box Pressure	
06 : 1	1500	2,5	66,66					0,20	
		2,6							
		2,4							
		2,6							
Hasil Rata-Rata		2,53	66,66	0,20	12	27	3,1	3	11.414,453

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		rpm (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Abw Air Box Pressure	
06 : 1	2000	2,7	57,77					0,33	
		2,7							
		2,6							
		2,7							
Hasil Rata-Rata		2,68	57,77	0,33	12	27	2,9	4,5	11.414,453

17 November 2022
 Alifan Laboratorium
 (Mach Zam Zam Feguh H., ST)

Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 12A Pada Putaran Mesin 1500 dan 2000 RPM

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{max} (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite RON 90 Akw Air Box Pressure	Nilai Bakar Pertalite ken/kr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C							
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time						
06 : 1	2500	2.3.	59.16	0.185	12	27	70	6.5	11.414,453
		2.4.				27	70		
		2.4.				27	70		
		2.2.				27	70		
Hasil Rata-Rata		2.3.3	59.16	0.185	12	27	70.9	6.5	11.414,453

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		m _{max} (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite RON 90 Akw Air Box Pressure	Nilai Bakar Pertalite ken/kr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C							
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time						
06 : 1	3000	1.3	46.78	0.171	12	27	27	9	11.414,453
		1.4				27	29		
		1.4				27	29		
		1.5				27	30		
Hasil Rata-Rata		1.4	46.78	0.171	12	27	29.3	9	11.414,453

17 November 2022
 Akhiv Laboratorium
 (Moch Zam Zam, Teguh H., ST)

Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 12A Pada Putaran Mesin 2500 dan 3000 RPM

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		mm (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Ahw Air Box Pressure	
06 : 1	1500	2,6	64,78	0,23	15	27	30	3	11.414,453
		2,8				27	32		
		2,8				27	33		
		2,6				27	34		
Hasil Rata-Rata		2,70	64,78	0,23	15	27	32,3	3	11.414,453

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		mm (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar	Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time					Ahw Air Box Pressure	
06 : 1	2000	2,6	53,93	0,48	15	27	31	4,5	11.414,453
		2,7				27	31		
		2,5				27	31		
		2,6				27	31		
Hasil Rata-Rata		2,6	53,93	0,48	15	27	31	4,5	11.414,453

7 November 2022
 Asisten Laboratorium
 Much Zam Zam Teguh H., ST

Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 15A Pada Putaran Mesin 1500 dan 2000 RPM

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		Waktu (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar		Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	Akw Air Box Pressure	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time							
96 : 1	2500	2.3	49.96	0.160	15	27	31	6.5	11.414.453	
		2.4				27	31			
		2.3				27	31			
		2.4				27	31			
Hasil Rata-Rata		2.40	49.96	0.160	15	27	31.8	6.5	11.414.453	

Tekanan Udara Luar		Temperatur Udara Luar		Waktu (ml/s)	Arus (Ampere)	T1	T2	Spesifikasi Bahan Bakar		Nilai Bakar Pertalite kcal/gr
Pa = 1101 Mbar		Ta = 28°C						Pertalite RON 90	Akw Air Box Pressure	
Kompresi Rasio	Nd Dyno Speed	Td Dyno Torque	t Fuel Time							
96 : 1	3000	2.0	46.14	0.172	15	27	30	7	11.414.453	
		1.9				27	30			
		1.9				27	30			
		1.8				27	31			
Hasil Rata-Rata		1.90	46.14	0.172	15	27	31.3	7	11.414.453	

17 November 2022
 Mesin Laboratorium
 Much Zam Zam Teguh H., ST

Data Hasil Pengujian Kuat Arus Listrik 15A Pada Putaran Mesin 2500 dan 3000 RPM

LAMPIRAN 4
DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN



Gambar 1 : Pipa lilitan kawat tembaga berdiameter kawat 0,20 mm digunakan sebagai pipa bahan bakar untuk penelitian



Gambar 2 : Alat Dyno Test digunakan untuk mengukur performa mesin mulai dari Daya (Ne), Torsi (Td), dan untuk mengatur Putaran Mesin (RPM)



Gambar 3 : Mesin Motor Bakar Merlin 1 digunakan sebagai objek penelitian untuk mengetahui performa mesin



Gambar 4 : Thermometer digunakan sebagai alat pengukur T1 dan T2 bahan bakar yang melewati pipa lilitan kawat tembaga



Gambar 5 : Adaptor atau Travo sebagai alat untuk mengatur variasi kuat arus listrik pada setiap pengujian



Gambar 6 : Proses pemasangan pipa lilitan kawat tembaga pada mesin Merlin 1



Gambar 7 : Proses penuangan bahan bakar pertalite ke dalam tangki bahan bakar



Gambar 8 : Proses pengaturan variasi kuat arus listrik pada adaptor atau travo



Gambar 11 : Proses pengamatan dan pencatatan hasil dari konsumsi bahan bakar (SFC)