

**PENGARUH KELEMBAPAN UDARA TERHADAP PRESTASI MESIN
BENSIN 4-LANGKAH PADA MOTOR 4-TAK 1 SILINDER DENGAN
METODE CHASSIS DYNAMOMETER**

(SKRIPSI)

Oleh
Muhammad Farhan Mudrick
1715021022



TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024

**PENGARUH KELEMBAPAN UDARA TERHADAP PRESTASI MESIN
BENSIN 4-LANGKAH PADA MOTOR 4-TAK 1 SILINDER DENGAN
METODE CHASSIS DYNAMOMETER**

Oleh:

**MUHAMMAD FARHAN MUDRICK
1715021022**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH KELEMBAPAN UDARA TERHADAP PRESTASI MESIN BENSIN 4-LANGKAH PADA MOTOR 4-TAK 1 SILINDER DENGAN METODE CHASSIS DYNAMOMETER

Oleh

Muhammad Farhan Mudrick

Kondisi kelembapan mempengaruhi performa motor bakar dan kadar emisi yang dihasilkan. Studi menunjukkan meningkatnya kelembapan dapat menekan kadar emisi pada motor bakar. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai torsi, daya, dan emisi gas buang yang dihasilkan motor bakar bensin 4 langkah yang dipengaruhi oleh kelembapan dan putaran mesin. Penelitian dilakukan menggunakan motor bakar bensin 4 langkah dengan variasi kelembapan 53%, 64%, dan 73%. Variasi putaran mesin pada pengujian torsi dan daya adalah 4500 RPM, 6000 RPM, dan 7500 RPM, sedangkan nilai putaran pada pengujian emisi adalah 6000 RPM. Variasi kelembapan diatur dengan nano mist sprayer, performa mesin diuji menggunakan alat dynotest serta pengujian emisi menggunakan Exhaust Gas Analyzer Stargas 898. Berdasarkan pengujian, kelembapan 64% menghasilkan nilai terbaik dimana pada putaran mesin 6000 RPM menghasilkan daya terbaik dengan peningkatan dari nilai putaran sebelumnya sebesar 72%. Pada variasi kelembapan yang sama, torsi terbaik didapat pada putaran mesin 7500 RPM dimana peningkatan nilai dari pengujian sebelumnya sebesar 29%. Variasi kelembapan 64% juga dapat menekan emisi gas buang pada motor bakar bensin 4 langkah. Variasi kelembapan 64% mendapat nilai terbaik karena kadar uap air yang sedang tidak mempengaruhi performa mesin secara signifikan sehingga performa mesin stabil. Variasi 64% menghasilkan nilai terbaik karena kadar kelembapan yang tidak terlalu tinggi dapat mengikat emisi gas buang saat proses pembakaran dan menekan emisi yang keluar.

Kata kunci: *Torsi, daya, Emisi, Kelembapan, Putaran Mesin.*

ABSTRACT

INFLUENCE OF AIR HUMIDITY ON THE PERFORMANCE OF 4-STROKE GASOLINE ENGINE IN 1-CYLINDER 4-STROK MOTORCYCLES USING THE CHASSIS DYNAMOMETER METHOD

By

Muhammad Farhan Mudrick

Humidity conditions affect the performance of combustion engines and the levels of emissions produced. Studies show that increasing humidity can reduce emission levels in combustion engines. This research was carried out to determine the values of torque, power and exhaust emissions produced by a 4-stroke petrol engine which are influenced by humidity and engine speed. The research was carried out using a 4-stroke petrol motorbike with humidity variations of 53%, 64% and 73%. The engine speed variations in torque and power testing are 4500 RPM, 6000 RPM and 7500 RPM, while the rotation value in emissions testing is 6000 RPM. Humidity variations were regulated using a nano mist sprayer, engine performance was tested using a dynotest tool and emissions were tested using a Stargas 898 Exhaust Gas Analyzer. Based on the test, 64% humidity produced the best value where at 6000 RPM engine speed it produced the best power with an increase from the previous value of 72 %. At the same humidity variation, the best torque was obtained at 7500 RPM engine speed, which increased the value from the previous test by 29%. Humidity variations of 64% can also reduce exhaust emissions in 4-stroke petrol motorbikes. The humidity variation of 64% gets the best score because the moderate water vapor content does not significantly affect engine performance so engine performance is stable. The 64% variation produces the best value because humidity levels that are not too high can bind exhaust emissions during the combustion process and suppress emissions that come out.

Keywords: Torque, Power, Emissions, Humidity, Engine Speed.

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : **PENGARUH KELEMBABAN UDARA TERHADAP PRESTASI MESIN BENSIN 4-LANGKAH PADA MOTOR 4-TAK 1 SILINDER DENGAN METODE CHASSIS DYNAMOMETER**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Farhan Mudrick**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1715021022**

Program Studi : **Teknik Mesin**

Fakultas : **Teknik**



Komisi Pembimbing 1

Komisi Pembimbing 2

Dr. Ir. Martinus, S. T., M.Sc.
NIP. 197908212003121003

M. Dyan Susila ES, S. T., M. Eng
NIP 198010012008121000

Ketua Jurusan
Teknik Mesin

Ketua Program Studi S1
Teknik Mesin

Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.
NIP 197108171998021003

Dr. Ir. Martinus, S. T., M.Sc.
NIP 197908212003121003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Martinus, S. T., M.Sc.**


Sekretaris : **M. Dyan Susila ES, S. T., M. Eng**

Penguji : **Ir. Herry Wardono., S.T., M.Sc., IPM.,
ASEAN Eng.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 
NIP 19750928 2001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 Juni 2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH KELEMBAPAN UDARA TERHADAP PRESTASI MESIN BENSIN 4-LANGKAH PADA MOTOR 4-TAK 1 SILINDER DENGAN METODE CHASSIS DYNAMOMETER”** merupakan hasil dari karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 19 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Farhan Mudrick

1715021022

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pekanbaru, pada tanggal 23 April 1999, anak Tunggal, pasangan dari bapak Joni Rustam dan Ibu Multia Rini.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 6 Sumberrejo pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP N 14 Bandar Lampung pada tahun 2014, Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMK N 2 Bandar Lampung pada tahun 2017.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) pada tahun 2017. Selama menjadi mahasiswa penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota Divisi Kaderisasi pada periode 2018 dan menjadi Ketua Umum Zoom Photography Universitas Lampung pada periode 2019. Dan juga tergabung dalam organisasi eksternal Frame Lampung tergabung dari tahun 2018 sampai dengan sekarang. Pada tahun 2022, penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di PT. SOUTH EAST ASIA PIPE INDUSTRIES.

PERSEMBAHAN



Saya ucapkan puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawatku kepada Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wa sallam yang telah menjadi pedoman hidupku. Saya persembahkan karya ini dengan penuh rasa hormat, cinta dan kasih sayang.

*Kepada:
Ayahanda dan Ibunda tercinta*

Bapak Joni Rustam dan Ibu Multia Rini

sebagai wujud bakti, cinta, kasih sayang dan terimakasih atas segala yang telah diberikan.

Dosen Pembimbing, lembaga yang telah mendidik, mendewasakan, dan mencerdaskanku, dalam berpikir dan bertindak.

*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Lampung*

Motto

"Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga."

(Hadis Riwayat Muslim)

"Dan Kami perintahkan kepada manusia (berbuat baik) kepada dua orang ibu-bapaknya; ibunya telah mengandungnya dalam keadaan lemah yang bertambah-tambah, dan menyapihnya dalam dua tahun, bersyukurlah kepadaku dan kepada dua orang ibu bapakmu, hanya kepada-Kulah kembalimu."

(QS Luqman: 14)

"Setiap rintangan adalah kesempatan untuk belajar dan menjadi lebih kuat."

(Muhammad Farhan Mudrick)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Kelembapan Udara Terhadap Prestasi Mesin Bensin-4 Langkah Pada Motor 4-Tak 1 Silinder Dengan Metode Chassis Dynamometer” yang merupakan salah satu syarat untuk dapat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, bimbingan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Maka, dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Ir. Martinus, S. T., M.Sc., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung dan selaku dosen Pembimbing Utama skripsi yang telah memberikan banyak arahan dan motivasi dalam perkuliahan dan penyusunan laporan skripsi.
5. Bapak M. Dyan Susila ES, S. T., M. Eng, selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan banyak arahan dan motivasi dalam perkuliahan dan penyusunan laporan skripsi.
6. Bapak Ir. Herry Wardono., S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng., selaku dosen penguju yang telah memberikan ilmu, bimbingan, bantuan, arahan, masukan, motivasi dalam penyusunan laporan skripsi.

7. Bapak Dr. Amrul, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah sabar untuk membimbing mahasiswa nya dan memberikan motivasi dalam perkuliahan.
8. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, dan bantuan kepada penulis selama ini.
9. Kepada Papa Joni Rustam, Mama Multia Rini selaku Orang Tua yang selalu ada dalam susah senangku, keluh kesahku, yang tiada henti-hentinya memberikan doa, dukungan, semangat dan nasihat selama menempuh perkuliahan ini.
10. Teknik Mesin Angkatan 2017 Universitas Lampung selaku teman yang memberikan semangat, bantuan dan motivasi serta canda tawa selama masa kuliah ini.
11. Teman teman seperjuangan Fachri Muhammad, Daud Yos Aruan, Dandi Yogo Suyoto, Muhammad Toby Algazali, dan Naufal Ferdoza atas bantuan, doa dan motivasi serta kebersamaannya selama ini.
12. Teman-teman MK (Kantin Emak) atas bantuan, doa dan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Untuk kalian teman teman ku yang sudah pernah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini Andrian Hasbi dan Anas Reza Palaka terima kasih atas arahan, ilmu, bantuan, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung, 19 Juni 2024

Muhammad Farhan Mudrick
NPM.1715021022

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	viii
SANWACANA	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Batasan Masalah	4
D. Sistematika Penulisan	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Motor Bakar	6
B. Jenis-Jenis Motor Bakar	6
C. Motor Bensin	7
D. Proses Pembakaran	10
E. Parameter Prestasi Mesin	10

F.	Bahan Bakar	11
G.	Pengaruh Temperatur Pada Bahan Bakar	12
H.	Kelembapan Udara	12
I.	Dynotest	13
III. METODE PENELITIAN		15
A.	Alat Penelitian	15
B.	Persiapan Pengujian	18
C.	Prosedur Pengujian	18
D.	Tabel Pengujian	20
E.	Waktu dan Lokasi Penelitian	21
F.	Diagram Alir Penelitian Pengujian Prestasi Mesin	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		23
A.	Data Hasil Pengujian	23
B.	Pembahasan	24
V. SIMPULAN DAN SARAN		31
A.	Simpulan	31
B.	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA		33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Spesifikasi Pertalite.....	12
3.1. Tabel Pengujian Prestasi Mesin	20
3.2. Tabel Pengujian Emisi Gas Buang.....	21
3.3. Jadwal Kegiatan Penelitian	21
4.1. Hasil Prestasi Mesin.....	23
4.2. Hasil Emisi Gas Buang	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Motor Pembakaran Luar (Aprizal, 2013).....	6
2.2. Motor Pembakaran Dalam (Aprizal, 2013).....	7
2.3. Siklus Kerja 2 Tak (Aprizal, 2013).....	8
2.4. Siklus Kerja 4 Langkah (Aprizal, 2013).	10
3.1. Dynamometer.....	15
3.2. Dynozet Software.....	16
3.3. Nano mist sprayer	16
3.4. Termometer Digital.....	17
3.5. Exhaust Gas Analyzer Stargas 898	17
3.6. Skema selang modifikasi untuk pengujian.....	18
3.7. Diagram alir penelitian.....	22
4.1. Prestasi Mesin Kelembapan 53%.....	22
4.2. Prestasi Mesin Kelembapan 64%.....	22
4.3. Prestasi Mesin Kelembapan 73%.....	22
4.4. Emisi pada 6000 RPM	22
4.5. Pengujian Emisi HC Pada 6000 RPM.....	29

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kendaraan bermotor merupakan alat transportasi yang membutuhkan mesin sebagai penggerak utamanya. Mesin pembakaran dalam merupakan salah satu penggerak utama yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik. Performa mesin sangat dipengaruhi oleh energi mekanik yang dihasilkan dari energi panas. Perawatan untuk meningkatkan performa mesin adalah dengan meningkatkan kualitas pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Peningkatan performa mesin dapat dilakukan dengan cara memperbesar diameter piston (*bore up*) atau memperpanjang langkah (*stroke up*), memperpanjang langkah sangat mempengaruhi rasio kompresi agar dapat menghasilkan tenaga dan torsi yang maksimal. Namun, menambah diameter piston dapat meningkatkan resiko hingga 10% pada tenaga maksimum, berbeda dengan memperpanjang langkah dapat meningkatkan tenaga hingga 10% (Irawan dan Adityo, 2015).

Kategori mesin pembakaran dalam, atau *Internal Combustion Engine*, termasuk mesin bensin empat langkah. Pada mesin bensin, bahan bakar dibakar untuk menghasilkan tenaga, dan tenaga ini kemudian diubah menjadi energi mekanik dengan mekanisme tertentu sehingga kendaraan dapat digerakkan. Pada motor bensin empat langkah, torak bergerak bolak balik di dalam silinder. Titik mati atas, juga dikenal sebagai TMA, adalah titik di mana piston atau piston dapat bergerak paling jauh, sedangkan titik mati bawah, juga dikenal sebagai TMB, adalah titik yang paling dekat. Dalam satu siklus operasi, mesin bensin empat langkah menjalankan empat gerakan atau langkah piston. Langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang adalah tahapan kerja dalam satu siklus kerja.

Pada langkah hisap, piston bergerak dari TMA ke TMB dan katup masuk terbuka saat katup buang menutup. Saat piston atau piston bergerak ke bawah, ruang hampa dibuat di ruang silinder, memungkinkan campuran udara-bahan bakar ditarik masuk dan masuk ke dalam silinder. Pada langkah kompresi, piston bergerak dari TMA ke TMB, dengan katup masuk dan keluar semuanya tertutup. Saat piston atau torak bergerak ke atas, campuran udara-bahan bakar di dalam silinder didorong ke atas, atau dikompresi, dan dimasukkan ke dalam ruang bakar. Dalam keadaan ini, tekanan dan temperatur campuran udara-bahan bakar meningkat drastis, membuatnya mudah terbakar dan kemudian menghasilkan fase operasional. Pada fase kerja, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Tepat sebelum piston mencapai TMA selama langkah kompresi, busi menyalakan campuran udara/bahan bakar yang telah dikompresi sebelumnya. Agar bahan bakar terbakar dan menghasilkan ledakan yang kuat, kekuatan ledakan atau tekanan gas pembakaran yang sangat tinggi dapat mendorong piston ke bawah. Usaha ini adalah sumber tenaga mesin atau *engine power*. Saat piston mengarah ke bawah, poros engkol berputar satu putaran penuh dan menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Pada langkah buang, piston bergerak dari TMB ke TMA, katup buang terbuka saat katup masuk ditutup. Saat piston bergerak ke atas, gas pembakaran di dalam silinder dipaksa keluar melalui katup buang, kemudian masuk ke *exhaust manifold* dan di buang ke udara. Pada akhir langkah buang dan pada awal penghirupan, dua katup terbuka atau *valve over lapping*, situasi ini bertindak sebagai fase pembilasan atau campuran bahan bakar-udara baru mendorong sisa gas pembakaran.

Pan, dkk. melakukan studi eksperimen tentang pengaruh suhu udara masuk terhadap kinerja dan emisi gas buang mesin diesel dual-fuel metanol, dan hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara suhu udara masuk dan fraksi metanol terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang. Dalam mode operasi bahan bakar ganda, penurunan suhu udara masuk menurunkan efisiensi termal yang ditunjukkan dan suhu gas buang, dan trennya lebih jelas ketika fraksi energi metanol meningkat. Menurunkan suhu udara masuk juga memperpanjang waktu tunda pengapian, menghasilkan fase pembakaran yang

lebih lambat dan tekanan silinder puncak yang lebih rendah. Dengan induksi metanol, emisi NO_x , NO dan asap menurun tajam, sementara emisi NO_2 , CO, hidrokarbon (THC), formaldehida, dan metanol meningkat. Namun, peningkatan suhu udara masuk menghambat emisi NO_2 , THC, CO, formaldehida, dan metanol serta meningkatkan emisi NO, NO_x dan jelaga. Pengaruh suhu udara masuk dan fraksi metanol pada emisi lebih kuat untuk fraksi metanol yang lebih tinggi (30% atau lebih) dan suhu udara masuk yang lebih tinggi misalnya 60 °C hingga 70 °C (Pan, dkk. 2015).

Wajilan dan Imam. melakukan studi eksperimental pada analisis emisi mesin SI dengan induksi udara yang dilembapkan untuk menyelidiki humidifikasi adiabatik udara masuk dalam emisi utama mesin SI. Hasilnya menunjukkan bahwa meningkatkan kelembapan relatif udara suplai dari 35% menjadi 80% merupakan keuntungan besar baik dari segi gas buang maupun efisiensi termal. Pengurangan emisi CO, HC, dan CO_2 terbesar serta efisiensi panas rem terbaik dicapai pada kelembapan relatif 80% pada beban engine penuh. Emisi NO_x minimum terjadi pada setengah beban mesin dan 80% udara masuk yang relatif lembab. Secara keseluruhan, disimpulkan bahwa pelembapan udara masuk mesin secara adiabatik adalah cara yang menjanjikan untuk mengurangi emisi tanpa mengorbankan kinerja mesin. Penulis juga berencana untuk menyelidiki lebih lanjut efek pelembapan dan oksidasi adiabatik terhadap emisi dan kinerja mesin SI (Wajilan dan Imam. 2022).

Sepfitrah, dkk. melakukan studi eksperimental tentang efek udara masuk yang dilembapkan pada mesin DICI turbo-charged: Analisis kinerja dan emisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa emisi BTE, CO, dan HC meningkat secara signifikan, sementara emisi BSFC, NO_x , dan jelaga menurun dengan meningkatnya kadar RH pada beban CDE yang diberikan. Pada tugas maksimum pada 80% RH, pengurangan maksimum BSFC, NO_x dan emisi jelaga sebesar 4,9%, 30,6% dan 58,4% tercapai, sedangkan emisi BTE meningkat sebesar 4,7%. Emisi CO dan HC menurun dengan beban kerja dan meningkat Pertama, percobaan dilakukan dengan mesin diesel konvensional (CDE); yaitu disedot secara alami aplikasi kelautan.

Namun, mesin diesel mengeluarkan nitrogen oksida dan jelaga dalam jumlah besar. peningkatan tingkat RH. Pengurangan maksimum BSFC dan peningkatan emisi HC dan CO dicapai pada beban rendah dibandingkan dengan beban puncak di mana kelembapan relatif lebih tinggi RH (Sepfitrah, dkk. 2022).

Berdasarkan literatur di atas, studi eksperimental dan numerik tentang pengaruh bahan bakar pada mesin diesel, dijelaskan perbedaan suhu yang masuk ke *intake manifold* pada gas buang mesin diesel. Namun untuk penelitian pengaruh temperatur dan kelembapan udara masuk terhadap performa mesin dan emisi mesin bensin 4 tak menggunakan metode chasis dynamometer. Oleh karena itu, penelitian ini menguji secara eksperimental pengaruh kelembapan udara terhadap prestasi dan emisi gas buang mesin bensin 4-langkah pada metode chassis dynamometer.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tentang:

1. Pengaruh variasi kelembapan yang masuk pada *intake manifold* terhadap prestasi mesin bensin 4-langkah pada metode chassis dynamometer.
2. Pengaruh variasi kelembapan *intake manifold* terhadap emisi gas buang.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini hanya difokuskan pada bahan uji, pengondisian udara, dan peralatan uji:

1. Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah motor bensin 4-langkah dengan metode chassis dynamometer
2. Pengkondisian kelembapan udara.
3. Prestasi mesin setelah dilakukan pengkondisian kelembapan.
4. Alat ukur kelembapan yang digunakan termometer *digital*.
5. Alat penambah kelembapan yang di gunakan *nano mist sprayer*.

D. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

I. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

II. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka membahas mengenai motor bakar, motor bensin 4 tak, motor bensin 2 tak, motor diesel, fuel air ratio, pengondisian kelembapan udara masuk intake manifold, dan dynotest.

III. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian berisi tempat penelitian, waktu penelitian, persiapan alat dan bahan penelitian, prosedur penelitian, dan diagram alur penelitian.

IV. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan berisi data, hasil penelitian dan pembahasan.

V. Simpulan dan Saran

Penutup berisi hasil akhir berupa kesimpulan serta saran.

Daftar Pustaka

Berisikan mengenai literatur–literatur atau jurnal internasional yang didapat penulis demi mendukung dalam penyusunan penelitian ini.

Lampiran

Berisikan hal-hal yang mendukung pada penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Motor Bakar

Motor bakar adalah mesin kalor yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik. Proses pembakaran menghasilkan energi panas yang disebabkan oleh proses pembakaran dimana bahan bakar terbakar dengan udara di dalam ruang bakar. Proses pembakaran terjadi akibat usaha dan momentum yang ditimbulkan oleh ledakan di ruang bakar, yang kemudian diubah menjadi energi mekanik. (Wahyu, 2019).

B. Jenis-Jenis Motor Bakar

Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam. Adapun klasifikasi motor bakar adalah sebagai berikut:

1. Motor Pembakaran Luar (*External Combustion Engine*)

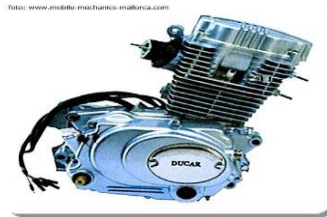
Motor pembakaran luar adalah proses pembakaran yang terjadi di luar mesin itu sendiri. Panas bahan bakar tidak langsung diubah menjadi energi mekanik, tetapi terlebih dahulu melalui media perantara baru kemudian menjadi energi mekanik (Aprizal, 2013). Salah satu contoh mesin pembakaran adalah mesin uap, dimana energi panas yang dihasilkan dapat mengubah air menjadi uap, setelah itu uap dari boiler diarahkan ke dalam silinder, dimana uap tersebut menggerakkan piston sehingga menimbulkan energi kinetik.



Gambar 2.1. Motor Pembakaran Luar (Aprizal, 2013).

2. Motor Pembakaran Dalam (*Internal Combustion Engine*)

Mesin pembakaran dalam adalah suatu proses dimana energi panas dibakar menjadi energi kinetik atau mekanik, yang dilakukan di dalam ruang bakar. Proses ini berlangsung di dalam silinder mesin yang digerakkan oleh piston akibat ledakan bahan bakar di ruang bakar. Contoh mesin pembakaran dalam adalah mesin bensin dan diesel.



Gambar 2.2. Motor Pembakaran Dalam (Aprizal, 2013).

Sedangkan klasifikasi motor bakar sesuai dengan sistem penyalannya yaitu:

1. Motor Diesel

Motor bakar diesel adalah jenis khusus dari mesin pembakaran dalam. Ciri utama mesin diesel yang membedakannya dengan mesin pembakaran dalam lainnya adalah cara pembakarannya. Pada mesin diesel, bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder yang berisi udara bertekanan tinggi (Surya, dkk. 2018).

2. Motor Bensin (*Spark Ignition*)

Motor bensin menggunakan busi untuk menyalakan atau membakar campuran bahan bakar-udara. Busi menyala ketika campuran bahan bakar-udara mencapai rasio kompresi, suhu dan tekanan tertentu, menyebabkan reaksi pembakaran yang menciptakan gaya untuk mendorong piston maju mundur. Siklus operasi yang terjadi pada mesin jenis ini disebut dengan siklus Otto, dimana bensin digunakan sebagai bahan bakar (Wiratmaja, 2010).

C. Motor Bensin

Motor bensin (*Spark Ignition*) adalah salah satu jenis mesin pembakaran dalam yang dapat mengubah energi panas bahan bakar menjadi energi mekanik berupa

tenaga poros pada saat poros engkol berputar. Energi panas diperoleh dengan membakar bahan bakar dengan udara, yang berlangsung di dalam ruang bakar (*Combustion Chamber*) dengan bantuan bunga api dari busi sehingga menghasilkan gas bahan bakar. (Ferdywanto, dkk. 2012). Berdasarkan siklus kerjanya motor bensin dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Motor Bensin 2 Langkah

Motor bensin 2 langkah adalah mesin yang proses pembakarannya terjadi dalam satu putaran poros engkol atau dalam dua gerakan piston. Prinsip kerja motor 2 langkah sebagai berikut:

- a. Langkah hisap dan kompresi Piston bergerak ke atas. Ruang di bawah piston menjadi vakum/hampa, akibatnya campuran udara dan bahan bakar tersedot ke dalam ruang di bawah piston. Pada saat yang sama, langkah kompresi terjadi di ruang atas piston, yang menyebabkan peningkatan suhu dan tekanan campuran udara dan bahan bakar di ruang di atas piston. Pada 10-15 derajat sebelum TMA, busi mengeluarkan percikan api yang menyebabkan suhu dan tekanan campuran udara-bahan bakar terbakar dan meledak.
- b. Langkah kerja dan gas buang disebabkan oleh pra-pembakaran untuk menggerakkan piston ke bawah. Saat piston didorong ke bawah/digerakkan ke bawah, ruang di bawah piston dimampatkan/dikompresi. Sehingga campuran udara dan bahan bakar di bawah piston terdorong keluar melalui saluran rongga dan naik. Sedangkan sisa hasil pembakaran terdorong keluar menuju knalpot, atau saluran buang. Langkah pengoperasian ini diulangi beberapa kali hingga mesin hidup.



Gambar 2.3. Siklus Kerja 2 Tak (Aprizal, 2013).

2. Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 langkah adalah mesin yang menghasilkan tepat satu langkah tenaga (satu langkah kuat) untuk setiap 4 langkah piston (dua putaran crankshaft). Jadi pada mesin bensin 4 tak, piston bergerak dari TMB (Titik Mati Bawah) ke TMA (Titik Mati Atas) atau sebaliknya sebanyak 4 kali. Busi (sparkplug) mengeluarkan bunga api sekali setiap kali piston bergerak 4 langkah. Untuk mesin 2 tak, busi menghasilkan bunga api setiap 2 langkah piston (Wiratmaja, 2010). Siklus kerja motor bensin 4 langkah dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Langkah hisap, yaitu piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), sehingga tercipta kevakuman di dalam ruang silinder, yang menyebabkan campuran udara-bahan bakar tersedot ke dalam silinder. Katup masuk terbuka ketika katup buang ditutup. Poros engkol (*crankshaft*) berputar 180° .
- b. Pada langkah kompresi (*compression stroke*), katup masuk dan katup buang menutup dan piston bergerak dari TMB dan TMA. Campuran udara-bahan bakar di ruang silinder dipaksa karena penyempitan volume pembakaran, yang mengarah pada peningkatan suhu campuran udara-bahan bakar.
- c. Langkah Usaha Tahapan ini merupakan proses pembakaran dimana piston diposisikan pada TMA dan campuran bahan bakar-udara dikompresi. Busi memercikkan bunga api $8-10^{\circ}$ sebelum TMA dan membakar campuran bahan bakar-udara kemudian menyebar ke segala arah di ruang bakar mendorong piston di TMA ke TMB. Gerakan perpindahan piston diubah menjadi gerakan rotasi oleh poros engkol 12, yang menghasilkan tenaga mesin. Poros engkol berputar 180° dari TMA ke TMB.
- d. Langkah Buang (*Exhaust Stroke*), tahap dimana katup masuk menutup dan katup buang terbuka. Piston bergerak dari TMB ke TMA ketika gaya inersia roda gila (*flywheel*) mendorong piston ke atas dan mengeluarkan gas hasil pembakaran. Piston mencapai TMA, sehingga satu proses kerja selesai dan piston menyelesaikan proses kerja selanjutnya sesuai dengan urutan sebelumnya.



Gambar 2.4. Siklus Kerja 4 Langkah (Aprizal, 2013).

D. Proses Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia elemen bahan bakar dengan asam yang dapat larut, yang kemudian menghasilkan panas, yang dikenal sebagai energi panas. Oleh karena itu, semua pembakaran memerlukan bahan bakar, asam dan suhu yang cukup tinggi untuk pembakaran awal. Pembakaran pada mesin bensin dapat terjadi apabila campuran bahan bakar-udara di dalam ruang bakar dinyalakan oleh bunga api listrik dari busi yang terjadi sebelum piston mencapai titik mati atas, kemudian campuran bahan bakar-udara yang telah dimampatkan di dalam ruang bakar menyala (Rosid, 2015).

Pada proses pembakaran energi kimia diubah menjadi energi panas yang dapat menghasilkan energi kinetik, pada setiap proses pembakaran juga dihasilkan limbah dari proses pembakaran tersebut. Gas sisa yang dihasilkan dalam proses pembakaran adalah CO_2 , H_2O , NO_2 , SO_2 dan CO .

E. Parameter Prestasi Mesin

Efisiensi mesin biasanya dinyatakan sebagai efisiensi termal, karena mesin pembakaran dalam 4 tak selalu dikaitkan dengan penggunaan energi panas. Kinerja mesin sangat erat kaitannya dengan parameter operasi, besar kecilnya harga parameter operasi mempengaruhi tinggi rendahnya kinerja mesin yang dihasilkan (Umam, 2021).

F. Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan sumber energi, semakin baik kualitas bahan bakar yang digunakan maka semakin baik pula pembakaran yang terjadi di dalam mesin. Salah satu bahan bakar minyak yang paling umum adalah bensin. Bensin sebagai bahan bakar utama kendaraan bermotor saat ini harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu sebagai berikut:

1. Bercampur dengan mudah dengan udara dan mendistribusikan secara merata dalam *intake manifold*.
2. Tidak terbakar sebelum waktu tertentu (*pre-ignition*) dan detonasi atau *knocking*.
3. Tidak memiliki kecenderungan menurunkan efisiensi volumetrisasi dari mesin.
4. Mudah ditangani dalam situasi yang tidak pasti.
5. Harga murah dan mudah didapat.
6. Menghasilkan pembakaran yang bersih, tanpa menyisakan korosi pada komponen peralatan mesin.
7. Memiliki nilai kalor yang cukup tinggi.
8. Tidak membentuk *gum* dan *varnish* yang dapat merusak bagian mesin.

Bensin terdiri dari hidrokarbon rantai lurus C7-C11. Besarnya efisiensi bahan bakar ini dapat dilihat dari nilai oktan masing-masing campuran. Beberapa jenis bensin yang beredar di Indonesia sebagai berikut:

1. Premium

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat transparan kekuningan. Oktan Premium atau Research Octane (RON) adalah 88.

2. Pertalite

Bahan bakar pertalite adalah bahan bakar minyak RON 90. Bahan bakar ini direkomendasikan untuk kendaraan dengan sistem injeksi dan catalytic converter. BBM Pertalite diluncurkan untuk memenuhi persyaratan Dirjen Industri Migas No. 0486.K/10/DJM.S/2017 tentang RON 90. Keunggulan bahan bakar Pertalite adalah sebagai berikut:

- a. Ketahanan, bahan bakar ini tidak akan menimbulkan gangguan atau kerusakan pada mesin.

- b. Penghematan bahan bakar, air fuel ratio (AFR) yang lebih tinggi dan konsumsi bahan bakar membuat performa mesin lebih optimal dan efisien untuk perjalanan jarak jauh.
- c. Performa, oktan lebih tinggi dari premium, torsi lebih besar, dan kecepatan lebih tinggi.

Komposisi bahan bakar Pertalite mengandung kandungan sulfur maksimal 0,05% m/m (setara dengan 500 ppm), tidak mengandung timbal dan logam, residu maksimal 2,0%, berat jenis maksimal 770 kg/m³, minimal 715 kg/m³ (15 °C), warna hijau, penampakan jernih dan cerah.

Tabel 2.1. Spesifikasi Pertalite.

No.	Parameter	Nilai
1	Angka Oktan	90
2	Titik Didih (°C)	215
3	Berat Jenis (kg/m ³)	770
4	Kandungan Oksigen (% m/m)	2,7

(Sumber: SK Dirjen Migas No. 0486.K/10/DJM.S/2017)

3. Pertamax

Pertamax dibuat dengan menambahkan zat aditif dalam proses pemurnian minyak. Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan dengan rasio kompresi 9,1-10,1, terutama yang menggunakan teknologi seperti *Electronic Fuel Injection* (EFI) dan *catalytic converters* (pengubah katalitik). Oktan Pertamax atau RON \geq 92.

G. Pengaruh Temperatur Pada Bahan Bakar

Saat bahan bakar dipanaskan, bahan bakar memuai atau volumenya berubah, dan viskositas bahan bakar juga berkurang. Peristiwa ini dapat dijelaskan dengan teori termodinamika, yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu fluida, semakin cepat molekul fluida tersebut bergerak. Pergerakan ini menyebabkan volume tetap berada di makro, yang meningkatkan tekanan. Batas-batas suatu zat mempengaruhi kondisi

di mana zat tersebut mengembang dan memperlebar jarak antar molekulnya. Jarak antar molekul yang besar akan mengurangi massa jenis (densitas) dan viskositas, dan sebaliknya jika bahan bakar didinginkan maka volumenya berkurang dan viskositasnya meningkat (Panjaitan, 2008).

Bahan bakar dengan viskositas rendah terurai lebih baik, menghasilkan butiran bahan bakar yang lebih kecil. Kondisi tersebut membuat proses pencampuran bahan bakar-udara lebih homogen, sehingga bahan bakar yang dibakar lebih banyak. Pembakaran menyebabkan energi yang dikeluarkan meningkat sehingga tekanan akhir pembakaran meningkat. Volume bahan bakar yang sama yang masuk ke ruang bakar dapat menghasilkan tenaga yang berbeda.

H. Kelembapan Udara

Kelembapan udara adalah kondisi yang menyatakan banyaknya uap air dalam udara. Ketika udara mengandung banyak air, kelembapan dapat dikatakan tinggi. Tingginya jumlah air di udara terjadi karena uap air. Jumlah uap air yang ditampung di udara tersebut sangat dipengaruhi oleh temperatur. Ketika temperatur udara rendah, uap air yang dibutuhkan untuk menjenuhkan udara sedikit. Kondisi tersebut terjadi ketika udara mulai jenuh. Pergerakan angin mempengaruhi temperatur ruangan dikarenakan adanya perbedaan tekanan. Udara yang dingin yang menyusut ketika malam hari dan memuai pada siang hari sehingga udara yang lebih ringan akan naik dan tergantikan dengan udara yang lebih dingin. (Kartika, dkk. 2020)

Kelembapan relatif atau *relative humidity* (RH) yaitu banyaknya uap air yang ada di dalam ruangan yang membuat ruangan menjadi lembab dan basah pada suhu yang sama. (Sajinu, dkk. 2011)

I. Dynotest

Dyno test adalah suatu alat ukur untuk mengetahui hasil kekutaan torsi dan horse power. Kecepatan dalam suatu putaran mesin mempunyai daya yang disebut torsi dan horse power, dari kedua daya tersebut bisa diketahui secara mudah dengan alat ukur dynotest. (Zainuri, dkk. 2022)

1. Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi bisa disebut seperti suatu energi. Besaran torsi adalah besaran yang biasa digunakan untuk menghitung enegeri yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.
2. *Horse Power* adalah kemampuan untuk mengusung sebuah beban dalam periode atau rantang waktu tertentu.

III. METODE PENELITIAN

A. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

1. *Dynamometer*

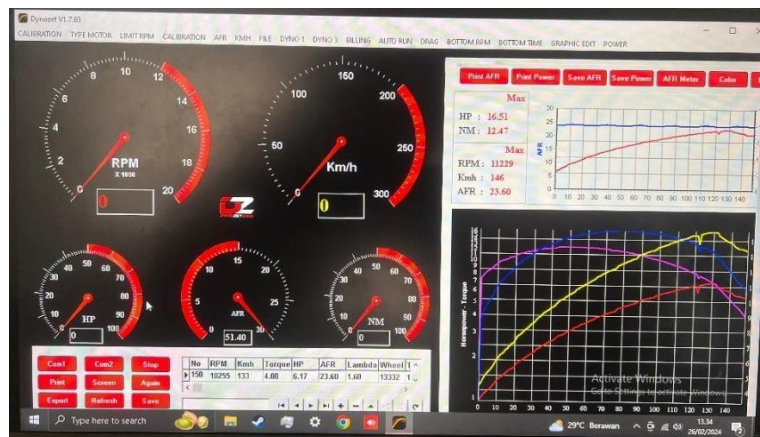
Dynamometer yang dipakai dalam pengujian ini adalah *chassis dyno* yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada seberapa besar daya dan juga torsi maksimal yang dihasilkan oleh sebuah kendaraan, selain melakukan pengukuran pada torsi dan juga Rpm pada kendaraan, alat ini juga dapat melakukan pengukuran pada emisi gas buang dan melakukan perbandingan pada bahan bakar dan juga udara (AFR ratio).



Gambar 3 1. *Dynamometer*

2. Dynozet Software

Dynozet Software merupakan *software* khusus yang dihubungkan ke *dynamometer*, dimana fungsinya adalah untuk menjalankan perintah program, kemudian menampilkan data hasil perhitungan parameter pengujian.



Gambar 3.2. *Dynozet Software*

3. Nano mist sprayer

Nano mist sprayer adalah alat yang menggunakan teknologi nanometer untuk mengubah air menjadi partikel atom dalam beberapa detik.



Gambar 3.3. *Nano mist sprayer*

4. Termometer *Digital*

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur temperatur, seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.9 di bawah. Penggunaan termometer *digital* karena untuk mempermudah mengetahui perubahan temperatur yang tidak terlalu signifikan di dalam alat yang digunakan.



Gambar 3.4. *Termometer Digital.*

5. *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898*

Exhaust Gas Analyzer Stargas 898 merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kandungan gas yang terdapat pada gas emisi dari hasil pembakaran motor bensin 4 langkah 1 silinder.



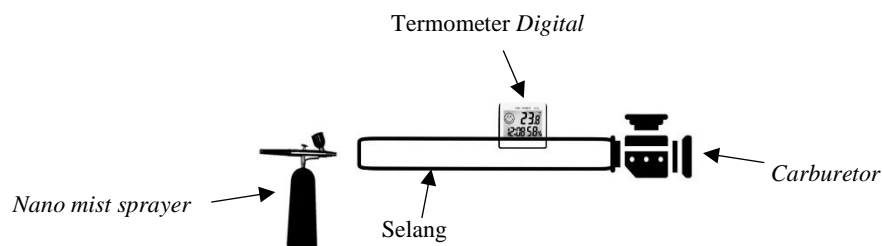
Gambar 3.5. *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898*

B. Persiapan Pengujian

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan menggunakan dynotest untuk mengetahui pengaruh dari kelembapan udara terhadap prestasi mesin bensin 4-langkah 1 silinder. Adapun persiapan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengukur dimensi karburator untuk dipasangkan selang .pengujian kelembapan udara
2. Memasang selang yang sudah dimodifikasi untuk proses pengujian.
3. Persiapkan proses pengujian untuk kelembapan udara rendah atau tinggi yang nantinya akan diuji
4. Pengondisian udara untuk proses pengujian

Adapun skema gambar selang modifikasi yang akan digunakan dalam proses pengujian dynotest ini dapat dilihat pada gambar 3.7. dibawah ini.



Gambar 3.6. Skema selang modifikasi untuk pengujian.

C. Prosedur Pengujian

Adapun proses pengujian dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Prosedur Pengujian Prestasi Mesin

Adapun prosedur pengujian prestasi mesin dalam penelitian ini dengan menggunakan *dynotest* adalah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan semua alat ukur dengan pendukungnya: *dynamometer*, gelas ukur.
- b. Naikkan sepeda motor/ bahan uji ke alat *dynotest* dan pastikanterikat kuat pada *dynotest*.

- c. Seting batasan Rpm *dynotest* (0-9000) dan sumbu ban belakang motor berada satu sumbu dengan *roller dynotest*.
- d. Mengisi bahan bakar kedalam gelas ukur, percobaan ini menggunakan bahan bakar bensin.
- e. Memasang alat ukur rpm (sensor *tachometer*) pada kabel busi sehingga dapat dibaca oleh komputer melalui monitor pada *software dynozet* dalam bentuk analog dan angka.
- f. Memeriksa instrumen-instrumen pengukuran pada monitor seperti *speedometer*, *tachometer* harus menunjukkan angka nol (0).
- g. Memeriksa *blower / exhaust fan /* kipas pembuangan, alat ini bertujuan membuang gas sisa pembakaran dari knalpot agar udara didalam ruang pengujian *dynotest* tetap aman
- h. Hidupkan mesin sepeda motor.
- i. Atur rpm pengujian pada putaran mesin rpm yang ingin diuji, putaran mesin dapat dilihat pada *tachometer* yang terdapat pada monitor.
- j. Putaran mesin dinaikan dengan memutar *throttle* secara spontan sesuai dengan putaran mesin yang ingin diuji dengan demikian dapat dilakukan pengambilan data antara lain (daya engkol, torsi, dan kecepatan)
- k. Lakukan langkah percobaan 8-10 untuk setiap putaran mesin.
- l. Untuk mengakhiri percobaan ini putaran mesin diturunkan secara perlahan, kemudian matikan mesin untuk yang persiapan pengambilan data konsumsi bahan bakar.
- m. Isi bahan bakar pada gelas ukur sesuai dengan kebutuhan pengujian.
- n. Nyalakan mesin dan atur putaran mesin pada putaran yang diinginkan.
- o. Saat bahan bakar pada posisi nol (0) maka stopwatch mulai dihidupkan. Catat data yang dihasilkan pada setiap *camshaft* yang diteliti berapa cc konsumsi bahan bakar yang dihabiskan
- p. Akhiri pengujian ini dengan menurunkan putaran mesin kemudian matikan.

2. Prosedur pengujian Emisi Gas Buang

Adapun prosedur pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menghidupkan mesin kemudian memanaskan mesin hingga dalam kondisi siap kerja.
- b. Menghubungkan *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898* ke arus listrik lalu menekan tombol *switch* yang terdapat pada bagian belakang alat untuk menghidupkan *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898*.
- c. Memilih menu *Gas Analysis* pada menu *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898*.
- d. Memilih menu *Measurment* pada menu *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898*.
- e. Memilih menu *Standard test* pada menu *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898*. Sehingga unit *Stargas 898* secara otomatis melakukan *warming up* selama kurang lebih 60 detik, kemudian melakukan *autozero* secara otomatis yang berfungsi untuk mereset data dari awal.
- f. Menghidupkan mesin dan mengatur putaran mesin pada 1500 rpm dengan beban dinamometer pada bukaan katup.
- g. Memasukkan *probe sensor* ke dalam knalpot.
- h. Menunggu hingga angka pada layar *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898* dalam kondisi stabil.
- i. Memastikan alat uji emisi *stargas 898* dan kertas *print* telah terangkai dengan baik.
- j. Mencetak nilai pengujian pada *Exhaust Gas Analyzer Stargas 898*.

D. Tabel Pengujian

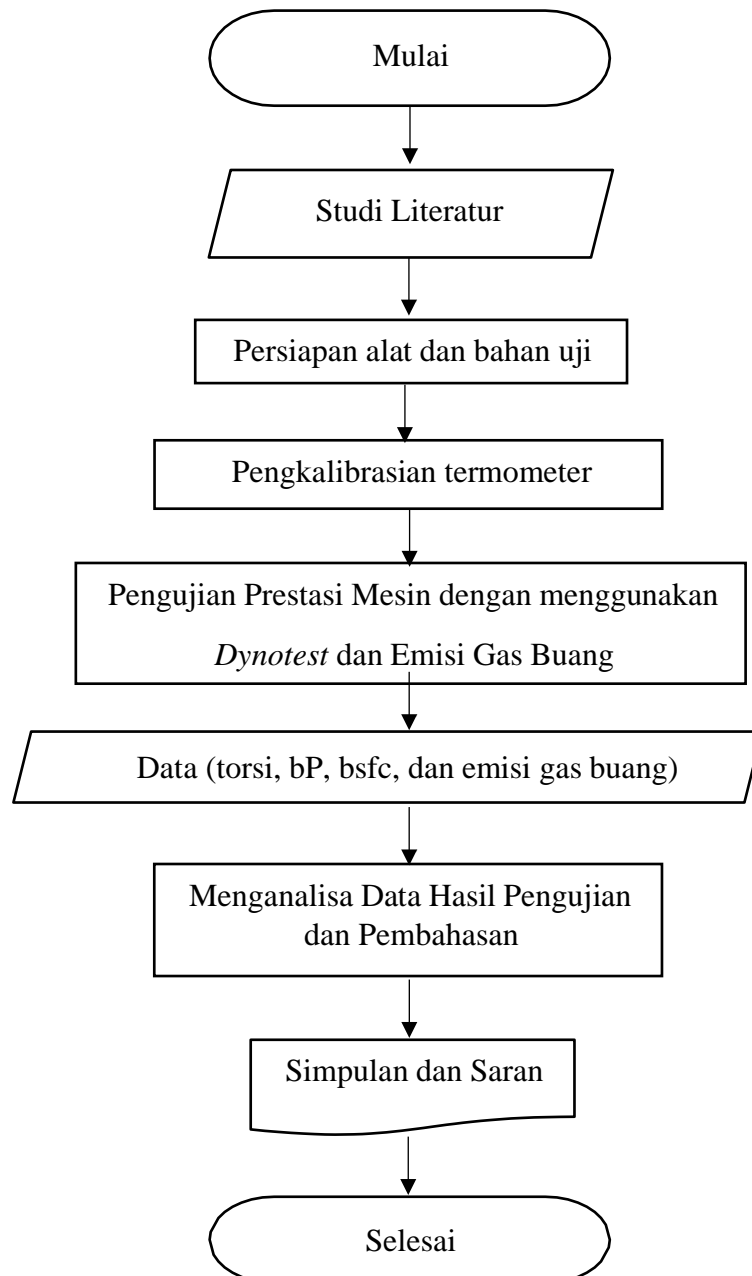
Adapun tabel pengujian prestasi mesin dan pengujian emisi gas buang dalam penelitian ini dengan menggunakan *dynotest* adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Tabel Pengujian prestasi mesin.

Prestasi Mesin			
kelembapan	RPM	Torsi (Nm)	Daya (HP)
53%	4500		
	6000		
	7500		
64%	4500		
	6000		
	7500		

F. Diagram Alir Penelitian Pengujian Prestasi Mesin

Diagram alir penelitian pengujian prestasi mesin dapat dilihat pada gambar3.20.



Gambar 3.7. Diagram alir penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Adapun simpulan yang dapat diambil pada penelitian dan pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Kelembapan mempengaruhi prestasi mesin pada motor bensin 4 langkah dimana torsi dan daya meningkat seiring meningkatnya kadar kelembapan pada *intake*. Selain faktor kelembapan, torsi dan daya yang meningkat juga dipengaruhi oleh alat *nano mist sprayer* dimana pada saat proses peningkatan, alat ini juga menambah suplai udara ke dalam ruang bakar sehingga menciptakan efek *boosting* pada saat proses pembakaran. Pada proses pengujian didapat putaran optimal yang didapat adalah 6000 RPM karena hasil pengujian menunjukkan hasil yang baik pada ketiga variasi kelembapan.
2. Kelembapan juga mempengaruhi emisi gas buang dimana pada pengujian didapatkan bahwa kadar 64% merupakan kadar kelembapan optimal untuk mengurangi emisi gas buang yang menghasilkan kadar CO, CO₂, dan HC terendah dibanding kadar kelembapan lainnya pada saat dilakukan pengujian dengan putaran 6000 RPM. Hal ini karena kelembapan 64% mengandung kadar uap air yang tepat untuk mengikat dan menyerap emisi sehingga kadar emisi yang keluar memiliki nilai terendah dari pada kadar kelembapan lainnya pada saat pengujian.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan variasi putaran pada pengujian emisi selain variasi kelembapan.
2. Variasi kelembapan pada kadar kelembapan yang rendah untuk pendekatan analisis prestasi mesin pada iklim sub-tropis.
3. Pengujian pengaruh torsi, daya, dan emisi gas buang pada motor bakar diesel dengan putaran mesin yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Andik Irawan., Adityo. 2015. “Karakteristik Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah Dengan Variasi Volume Silinder dan Perbandingan Kompresi”. Jurnal Ilmiah INOVASI, Vol. 15 No. 1. Politeknik Negeri Jember.
- Aprizal. 2013. “Uji Prestasi Motor Bakar Bensin Merek Honda Astrea 100 cc”. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian. Riau.
- Aulia Rahman Panjaitan. 2008. “Pengaruh Temperatur Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada *Engine* Toyota Seri 4K”. Jurnal Penelitian. Universitas Negeri Padang.
- Dian wahyu. 2019. “Uji Kinerja Mesin Fiat 4-Tak dengan Kapasitas 1.100 CC Menggunakan *Automotive Engine Test Bed T101D*”. Jurnal Teknik Mesin. Institut Teknologi Padang.
- Ferdywanto P., Ir. Hardi G., I Nyoman Gede, ST, MT. 2012. “Analisis Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin Yang Terpasang Pada Sepeda Motor Suzuki Smash 110 cc”. Jurnal Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Fuad Zainuri., Muhammad Hidayat T., Isnanda N., Rahmat S., Widiyatmoko., Sonki P., Iwan S., Belyamin., Abdul Azis A. 2022. “Performa Kendaraan Konversi Listrik Melalui Pengujian Dynotest”. Jurnal Mekanik Terapan Vol 02 No. 02. Politeknik Negeri Jakarta.
- Hibban Khatibul Umam. 2021. “Analisis Penelitian Alat Ijo Prestasi Mesin Motor Bakar Diesel”. Jurnal Penelitian Mahasiswa STT Mandala Vol.3 No. 1. Sekolah Tinggi Teknologi Mandala. Bandung.

- I Gede Wiratmaja. 2016. “Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline”. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M Vol. 4 No. 1. Teknik Mesin Universitas Udayana. Bali.
- Kartika Rahayu Tri P S., Elsanda Merita I., Ary Permatadeny N. 2020. “Analisis Perbedaan Suhu Dan Kelembapan Ruangan Pada Kamar Berdinding Keramik”. Jurnal Infokar Vol.1 No.2 Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri. Jawa Timur.
- Pan, W., Yao, C., Han, G., Wei, H., and Wang, Q. 2015. *The impact of intake air temperature on performance and exhaust emissions of a diesel methanol dual fuel engine. Fuel.* 162(2015): 101–110.
- Rosid. 2015. “Analisa Proses Pembakaran Pada Motor Bensin 113.5 cc Dengan Simulasi ANSYS”. Jurnal Teknologi Volume 8 No. 2. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Sajinu A P., Neoyi., Asril Senoaji S. 2011. “Perubahan Kelembapan Relatif (RH) Pada Ruangan Pertenunan AJL Terhadap Efisiensi Dan Grade Kain Yang Dihasilkan”. Jurnal Kementrian Perindustrian Republik Indonesia Vol.9 No.2. Politeknik STTT Bandung. Jawa Barat.
- Sepfitrah., Rinaldi., Adi Febrianton., Siswo Pranoto., Arios Ferial. 2022. “Analisis Efisiensi Sistem *Turbocharger* pada *Engine* PLTMG 20mw Berdasarkan Konsumsi Udara”. Jurnal Surya Teknik Vol.9 No.2. Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru. Riau.
- Surya, Untung D., Eko Nugroho., M. Fathurahman. 2018. “Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Solar dan Minyak Plastik”. Jurnal Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Metro.
- Surat Keputusan Dirgen Migas “Nomor 0486.K/10/DJM.S/2017” tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 90 Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri. Jakarta.

Wajilan dan Imam. 2022. "Kinerja Sistem Induksi Udara Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang". Jurnal Mekanik Vol.15 No.2. Politeknik Negeri Samarinda.