

**PENGARUH VARIASI PER SKEP KARBURATOR DENGAN FILTER
UDARA CAMPURAN ZEOLIT DAN *FLYASH* TERHADAP PRESTASI
MESIN SEPEDA MOTOR 4 - LANGKAH**

Skripsi

Oleh :

Vikky Arya Kuandi

2115021003



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2026

**PENGARUH VARIASI PER SKEP KARBURATOR DENGAN FILTER
UDARA CAMPURAN ZEOLIT DAN *FLY ASH* TERHADAP PRESTASI
MESIN SEPEDA MOTOR 4 - LANGKAH**

Oleh

Vikky Arya Kuandi

NPM 2115021003

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2026

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI PER SKEP KARBURATOR DENGAN FILTER UDARA CAMPURAN ZEOLIT DAN *FLY ASH* TERHADAP PRESTASI MESIN SEPEDA MOTOR 4 – LANGKAH

OLEH

VIKKY ARYA KUANDI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi per skep karburator dan penggunaan filter udara campuran zeolit dan *fly ash* terhadap performa mesin sepeda motor bensin 4-langkah. Variasi per skep yang digunakan meliputi per skep pendek (5 cm), standar (8 cm), dan panjang (10 cm), dengan perbandingan filter udara standar dan filter zeolit *fly ash*. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Yamaha Vega ZR 2009 melalui uji akselerasi, uji jalan, uji stasioner, dan uji emisi pada kondisi kerja mesin yang stabil. Parameter yang diamati meliputi waktu akselerasi, konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar stasioner, serta emisi gas buang CO dan HC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi per skep dan penggunaan filter zeolit *fly ash* berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran dan performa mesin. Kombinasi per skep pendek dengan filter zeolit *fly ash* menghasilkan waktu akselerasi tercepat 6,60 detik meningkat sekitar (2,8%), sedangkan kombinasi per skep panjang dengan filter zeolit *fly ash* memberikan efisiensi terbaik dengan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 44,44 km/L (hemat 14,8 %) serta emisi terendah, yaitu CO 2,52% (reduksi 18,7 %) dan HC 353 ppm (reduksi 71,7 %). Dengan demikian, per skep pendek lebih sesuai untuk peningkatan akselerasi, per skep panjang dengan filter zeolit *fly ash* lebih optimal dalam meningkatkan efisiensi bahan bakar dan menurunkan emisi gas buang.

Kata Kunci : Per skep karburator, filter udara, zeolit, *fly ash*, performa mesin.

ABSTRACT**THE EFFECT OF CARBURETOR SLIDE SPRING VARIATIONS WITH A ZEOLITE–FLY ASH AIR FILTER ON THE PERFORMANCE OF A FOUR-STROKE MOTORCYCLE ENGINE****BY****VIKKY ARYA KUANDI**

This study analyzes the effects of carburetor slide spring length and zeolite–fly ash air filters on the performance of a four-stroke gasoline motorcycle engine. Three spring types were tested: short (5 cm), standard (8 cm), and long (10 cm), combined with either a standard air filter or a zeolite–fly ash filter. Experiments were conducted on a 2009 Yamaha Vega ZR through acceleration tests, road operation, stationary fuel consumption measurements, and exhaust emission evaluations under stable engine conditions. The observed parameters included acceleration time, fuel consumption, stationary fuel use, and exhaust emissions of carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC). The results show that both spring length and filter type significantly influence engine performance. The short spring combined with the zeolite–fly ash filter produced the fastest acceleration at 6.60 s improved by approximately (2.8%). Conversely, the long spring with the same filter achieved the highest fuel efficiency of 44.44 km/L, representing a 14.8% improvement, and generated the lowest emissions, with CO at 2.52% (18.7% reduction) and HC at 353 ppm (71.7% reduction). Thus, the short spring is preferable for acceleration, whereas the long spring with a zeolite–fly ash filter is optimal for fuel economy and emission reduction.

Keywords: Carburettor slide spring, air filter, zeolite, fly ash, engine performance.

Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Per Skep Karburator Dengan Filter Udara Campuran Zeolit dan Fly ash Terhadap Prestasi Mesin Sepeda Motor 4 – Langkah**

Nama Mahasiswa : **Vikky Arya Kuandi**

No. Pokok Mahasiswa : **2115021003**

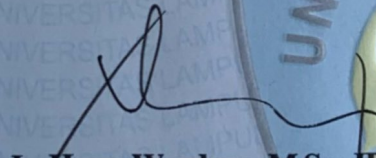
Jurusan : **Teknik Mesin**

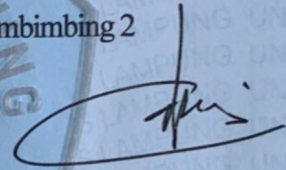
Fakultas : **Teknik**

Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

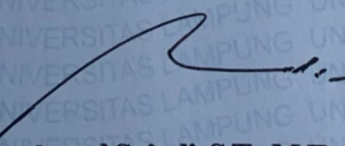

Ir. Herry Wardono, M.Sc., IPM, ASEAN Eng.
NIP. 196608221995121001

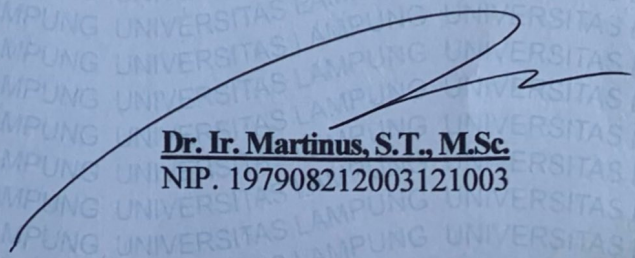

Sabiqunassabiqun S.T., M.T.
NIP. 199210262024061001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin


Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP. 197408162000121001


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua Penguji : **Ir. Herry Wardono, MSc., IPM, ASEAN Eng.**

Anggota Penguji : **Sabiqunassabiqun S.T., M.T.**

Penguji Utama : **M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng**

2. Dekan Fakultas Teknik

Wid. Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.
NIP. 196910302000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 30 Januari 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Per Skep Karburator Dengan Filter Udara Campuran Zeolit dan *Fly ash* Terhadap Prestasi Mesin Sepeda Motor 4 – Langkah”** ini dibuat sendiri oleh penulis dan bukan hasil plagiat sebagaimana diatur dalam pasal 36 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan Peraturan Rektor no. 13 tahun 2019.

Bandar Lampung, 13 Februari 2026

Yang Menyatakan,



Vikky Arya Kuandi
NPM.2115021003

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Jaya, (Lampung Tengah) pada tanggal 12 juli 2002 merupakan Anak pertama dari Bapak Maryanto dengan Ibu Wahyuni. Penulis beralamat di Dusun, Ketiau Rt 01, Desa Lempuyang Bandar, Kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Penulis mengawali pendidikan di SD Negeri 05 Lempuyang Bandar (2009-2015), SMP Negeri 3 Way Pengubuan (2015-2018), SMK Negeri 2 Terbanggi Besar (2018-2021), Universitas Lampung (2021-sekarang). Pada tahun 2021, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai bidang minat dan bakat divisi olahraga periode periode 2023/2024. Penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa/Kelurahan Bengkulu, Kecamatan Gunung Labuhan, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung pada Januari – Februari 2024. Penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. Laju Perdana Indah, Desa Meluai Indah, Kecamatan Cempaka, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, Provinsi Sumatera Selatan. pada Juni – juli 2024, dengan topik **“Analisis Perpindahan Panas Pada Pipa *Superheater Boiler* Menggunakan Bahan Bakar *Bagasse* Di PT. Laju Perdana Indah PG Komering Oku Timur”**. Penulis melakukan penelitian di bidang Konversi Energi dengan judul **“Pengaruh Variasi Per Skep Karburator Dengan Filter Udara Campuran Zeolit dan *Fly ash* Terhadap Prestasi Mesin Sepeda Motor 4 – Langkah”**. Dibawah bimbingan Bapak Ir. Herry Wardono, M.Sc., IPM., ASEAN. Eng dan Bapak Sabiqunassabiqun S.T., M.T. Serta Bapak M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng sebagai pembahas.

MOTTO

“Jika Allah bersamamu maka tidak akan ada yang dapat mengalahkanmu”

-Khalid Bin Walid-

“Sebaik-baiknya tempat cerita hanyalah di atas sajadah”

(Qs.Ali’Imran:173)

“Mungkin kita tidak bisa mengubah masa lalu, tapi kita memiliki kekuatan untuk
mengubah masa depan”

-Eren Yeager-

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati,
Saya mempersembahkan karya sederhana ini
Sebagai ungkapan cinta, kasih sayang, dan rasa terima kasih saya

KARYA TULISKU INI AKU PERSEMBAHKAN KEPADA :

Ayah Maryanto dan Ibu Wahyuni tercinta,
yang dengan segala keterbatasan dan pengorbanan tanpa pamrih, selalu
mengiringi setiap langkah penulis dengan doa dan kasih sayang yang tak pernah
terucap, menjadi alasan utama penulis untuk terus bertahan dan menyelesaikan
skripsi ini.

Serta teman-teman yaitu
wahyu,ibra,rasid,akhir,,aang,bayu,bagus,prima,gembul,anam,vasco,kim,ryon,rega,
gunawan,sahrul,nando dan masih banyak yang lainnya, yang telah menjadi
keluarga kedua, menemani hari-hari penuh lelah, kesederhanaan, dan
kebersamaan selama masa perkuliahan. yang menjadi tempat berbagi cerita,
pelarian di tengah penat, serta memberikan dukungan dan semangat di saat proses
penyusunan skripsi terasa berat. Serta teman-teman teknik mesin 21 yang telah
bersama-sama melewati masa perkuliahan dengan segala cerita, perjuangan, dan
kebersamaan hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan.

SANWACANA

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah Swt karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan tepat pada waktunya walaupun jauh dari kata sempurna. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program sarjana S1, dan juga salah satu syarat menyelesaikan pendidikan sarjana di jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Dalam menyelesaikan skripsi ini, tentunya penulis dapat banyak masukan, semangat kritik dan saran, mendapatkan pengalaman dan pembelajaran dari berbagai pihak.

Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Herry Wardono, M.Sc., IPM, ASEAN Eng. selaku Pembimbing I yang telah membina selama perkuliahan dan membimbing dalam menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Sabiqunassabiqun S.T., M.T. selaku Pembimbing II yang telah membina saya selama perkuliahan dan membimbing dalam menyelesaikan skripsi.
6. Bapak M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembahas yang telah membimbing selama perkuliahan dan membina dalam menyelesaikan skripsi.

7. Bapak Nafrizal , S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing akademik yang telah membimbing dan membina penulis selama perkuliahan.
8. Mas Agus Sriono Selaku PLP motor bakar yang telah membantu dan membina saat di lab motor bakar.
9. Seluruh Dosen-dosen di Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah menjadi guru dan mengajarkan pengetahuan dasar kepada penulis.
10. Seluruh Staf tenaga pendidikan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
11. Kedua Orang tua penulis Ayah Maryanto dan Ibu Wahyuni, serta keluarga besar yang penulis cintai dan selalu memberikan doa, motivasi, semangat dari luar maupun didalam, serta menjalankan menyelesaikan program studi Teknik Mesin di Universitas Lampung.
12. Teman sekaligus sahabat dan rumah kedua, teman satu atap, kos gun, motbak 12 wong, yang telah menemani dalam penyelesaian skripsi.
13. Teman seluruh keluarga besar Teknik Mesin angkatan 2021 yang telah membantu memberikan semangat dan mendoakan kelancaran selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 13 Februari 2026

Vikky Arya Kuandi
2115021003

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
MENGESAHKAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Motor Bakar	7
2.2. Mesin Bensin	8
2.3. Proses Pembakaran.....	10
2.4. Karburator	11
2.5. Prinsip Kerja Karburator	13
2.6. Per Skep Karburator	15
2.7. Parameter Prestasi Mesin	16
2.8. Filter Udara.....	17
2.9. Zeolit	18

2.10. <i>Fly ash</i>	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2. Alat Penelitian	23
3.3. Bahan Penelitian.....	29
3.4. Persiapan Alat dan Bahan.....	31
3.5. Prosedur Pengujian.....	35
3.6. Analisa Data	37
3.7. Diagram Alir Penelitian.....	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Hasil Penelitian.....	39
4.1.1. Data uji konsumsi bahan bakar (uji jalan)	39
4.1.2. Data Uji Konsumsi Bahan Bakar Stasioner.....	40
4.1.3. Data Uji Akselerasi.....	40
4.1.4. Data Uji Emisi Gas Buang.....	41
4.2. Pembahasan	42
4.2.1. Pengaruh variasi per skep karburator dan jenis filter udara terhadap efisiensi bahan bakar pada uji jalan.	43
4.2.2. Pengaruh variasi per skep karburator dan jenis filter udara terhadap konsumsi bahan bakar pada uji stasioner.....	45
4.2.3. Pengaruh variasi per skep karburator dan jenis filter udara terhadap respons akselerasi mesin.....	51
4.2.4. Pengaruh variasi per skep karburator dan jenis filter udara terhadap emisi gas buang.....	54
V. PENUTUP.....	60
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan abu terbang	22
Tabel 3.1. Variasi ukuran per skep karburator	35
Tabel 4.1. Hasil rata-rata volume bahan bakar terpakai dalam uji jalan.....	40
Tabel 4.2. Hasil rata-rata konsumsi bahan bakar stasioner.....	40
Tabel 4.3. Hasil rata-rata uji akselerasi.....	41
Tabel 4.4. Hasil emisi gas buang karbon monoksida (CO)	41
Tabel 4.5. Hasil emisi gas buang hidrokarbon (HC).....	41
Tabel 4.6. Data hasil terbaik dari per skep dan filter udara	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Motor bensin 2 langkah.....	9
Gambar 2.2. Siklus motor bensin 4 langkah	10
Gambar 2.3. Karburator	12
Gambar 2.4. Per skep karburator.....	16
Gambar 2.5. Filter udara	17
Gambar 2.6. Batuan zeolit.....	19
Gambar 2.7. <i>Fly ash</i>	21
Gambar 3.1. Sepeda motor vega zr 2009	24
Gambar 3.2. Per skep karburator.....	24
Gambar 3.3. Timbangan digital	25
Gambar 3.4. Tumbukan.....	25
Gambar 3.5. Ayakan 100 mesh.....	25
Gambar 3.6. Roller.....	26
Gambar 3.7. <i>Stopwatch</i>	26
Gambar 3.8. Kompor.....	26
Gambar 3.9. <i>Microwave</i>	27
Gambar 3.10. Cetakan pelet	27
Gambar 3.11. Kawat strimin	27
Gambar 3.12. Tangki bahan bakar	28
Gambar 3.13. Gelas ukur	28
Gambar 3.14. <i>Tachometer</i>	28
Gambar 3.15. <i>Gas analyzer</i>	29
Gambar 3.16. Zeolit	29
Gambar 3.17. <i>Fly ash</i>	30
Gambar 3.18. Tepung tapioka.....	30

Gambar 3.19. Air <i>aqudest</i>	31
Gambar 3.20. Pelet yang telah di cetak	32
Gambar 3.21. Aktivasi <i>microwave</i>	32
Gambar 3.22. Pemasangan pelet pada filter udara	33
Gambar 3.23. Per skep standar 8 cm	33
Gambar 3.24. Per skep di Tarik 10 cm	34
Gambar 3.25. Per skep di potong 5 cm	34
Gambar 3.26. Diagram alir penelitian	38
Gambar 4.1. Proses pengujian dan pengukuran uji jalan	43
Gambar 4.2. Efisiensi bahan bakar pada uji jalan berdasarkan variasi per skep karburator dan jenis filter udara	44
Gambar 4.3. Proses pengujian dan pengukuran uji stasioner	46
Gambar 4.4. Hasil uji konsumsi bahan bakar stasioner pada putaran mesin 2000 rpm	47
Gambar 4.5. Hasil uji konsumsi bahan bakar stasioner pada putaran mesin 2500 rpm	48
Gambar 4.6. Hasil uji konsumsi bahan bakar stasioner pada putaran mesin 3000 rpm	50
Gambar 4.7. Proses pengujian akselerasi	52
Gambar 4.8. Waktu akselerasi mesin terhadap variasi per skep karburator dan jenis filter udara	53
Gambar 4.9. Proses pengujian emisi	55
Gambar 4.10. Kadar CO (%) berdasarkan variasi per skep karburator dan jenis filter udara	56
Gambar 4.11. Kadar HC (ppm) berdasarkan variasi per skep karburator dan jenis filter udara	57

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A_1	luas penampang saluran sebelum penyempitan	(m^2)
v_1	kecepatan aliran udara sebelum venturi	(m/s)
A_2	luas penampang saluran pada bagian venturi	(m^2)
v_2	kecepatan aliran udara pada bagian venturi	(m/s)
P	tekanan statis fluida	(Pa)
ρ	massa jenis udara	(kg/m^3)
g	percepatan gravitasi	(m/s^2)
h	ketinggian fluida terhadap bidang acuan	(m)

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi, industri otomotif juga mengalami perkembangan yang signifikan, baik dalam hal kualitas maupun aspek desain. Kondisi ini mendorong para produsen otomotif untuk terus berinovasi dan bersaing dalam menciptakan kendaraan yang sesuai dengan dinamika zaman serta kebutuhan konsumen, khususnya pada sektor sepeda motor. Menurut data terbaru dari BPS per 29 Februari 2024, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia pada akhir tahun 2023 mencapai 157,08 juta unit, meningkat signifikan dari 148,26 juta pada tahun 2022. Dominasi sepeda motor sangat jelas dengan total 132,43 juta unit, sementara mobil penumpang tercatat sebanyak 18,29 juta unit. Lonjakan jumlah kendaraan ini menimbulkan tantangan serius seperti kemacetan dan peningkatan emisi gas buang. Hingga bisa disimpulkan kalau kendaraan roda 2 banyak diminati oleh konsumen (Badan Pusat Statistik, 2024).

Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi yang menggunakan motor bakar sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan roda. Motor bakar sendiri termasuk dalam kategori mesin pembakaran dalam *Internal Combustion Engine*. Salah satu jenis motor bakar torak yang paling umum digunakan adalah motor bensin tipe Otto. Mesin ini memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam sektor transportasi. Jenis motor pembakaran dalam yang paling sering digunakan adalah mesin 4 langkah, yang bekerja melalui empat tahapan utama, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja, dan langkah buang. Proses pembakaran dalam mesin tersebut memerlukan tiga elemen utama, yaitu bahan bakar, udara, dan sistem pengapian. Seiring berkembangnya teknologi, kendaraan roda dua telah

mengalami berbagai inovasi dalam peningkatan performa mesin (Mufarida dkk, 2024).

Pertumbuhan signifikan pada jumlah kendaraan roda dua di Indonesia tidak terlepas dari sejumlah faktor, di antaranya adalah kemudahan dalam pengoperasian, biaya perawatan yang lebih ekonomis dibandingkan kendaraan roda empat, serta harga jual yang lebih terjangkau bagi sebagian besar masyarakat. Sepeda motor juga dinilai lebih praktis untuk mobilitas harian, terutama di daerah perkotaan yang padat dan rawan kemacetan, karena mampu memberikan efisiensi waktu serta fleksibilitas tinggi dalam menempuh berbagai kondisi jalan. Di sektor sepeda motor terus mendorong teknologi untuk menghasilkan kendaraan yang tidak hanya memiliki torsi dan daya mesin yang optimal, tetapi juga mampu mengonsumsi bahan bakar secara efisien guna menjawab kebutuhan mobilitas yang hemat energi dan ramah lingkungan (Lapisa dkk., 2022).

Terdapat berbagai metode yang dapat diterapkan untuk meningkatkan performa kendaraan tanpa mengabaikan aspek ramah lingkungan. Salah satu metode yang sering digunakan adalah melalui optimalisasi sistem karburator, karena karburator berperan penting dalam mengatur perbandingan campuran udara dan bahan bakar agar pembakaran berlangsung sempurna.. Karburator merupakan komponen vital pada sepeda motor yang berfungsi mencampurkan udara dan bahan bakar dalam perbandingan tertentu guna menghasilkan pembakaran yang efisien. Meskipun teknologi injeksi bahan bakar telah berkembang pesat, karburator masih banyak digunakan pada sepeda motor konvensional karena memiliki keunggulan berupa kemudahan perawatan, bobot yang ringan, dan respons gas yang cepat (Suharto dkk ,2025) . Per skep atau pegas pengembali skep pada karburator berperan mengatur kecepatan kembalinya katup skep setelah tuas gas dilepaskan, sehingga memengaruhi jumlah campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Variasi panjang atau kekauan per skep dapat berdampak pada akselerasi, tenaga, dan efisiensi bahan bakar mesin. Selain itu, per skep juga mempengaruhi respon bukaan gas saat percepatan.

Selain itu, performa dan efisiensi emisi juga dapat ditingkatkan melalui sistem filtrasi udara dengan menggunakan campuran zeolit dan *fly ash* yang mampu menyaring partikel halus serta memperbaiki kualitas udara masuk ke ruang pembakaran. Zeolit memiliki kemampuan menyerap gas nitrogen dan uap air berkat sifat mineralogi, fisik, dan kimianya, terutama setelah melalui aktivasi fisik yang meningkatkan daya adsorpsinya. Sementara itu, *fly ash* hasil pembakaran batubara juga mampu menyerap air dan unsur kimia yang memperkuat kemampuan adsorpsi. Kombinasi keduanya sebagai media filter udara berpotensi meningkatkan efisiensi pembakaran, memperbaiki akselerasi, serta menghasilkan udara masuk yang lebih bersih untuk mendukung performa mesin yang optimal (Wardono dkk., 2018). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Renardy, 2019), penggunaan aktivasi campuran zeolit dan *flyash* sebagai media filter udara dapat meningkatkan prestasi mesin, dan penelitian dari (Wardono dkk., 2020) filter zeolit dan *fly ash* dengan normalitas kimia HCl terbukti dapat meningkatkan tenaga mesin pada motor bensin 4-langkah. Temuan ini membuktikan bahwa kombinasi antara zeolit dan *fly ash* sangat berpengaruh terhadap prestasi mesin.

Namun, peningkatan performa mesin tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas udara masuk, tetapi juga oleh sistem mekanis karburator itu sendiri, salah satunya adalah karakteristik per skep. Variasi ukuran per skep dapat mempengaruhi respons bukaan skep terhadap tarikan gas, sehingga berpengaruh langsung terhadap jumlah campuran udara bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan pendekatan yang berbeda dengan menambahkan variabel variasi pegas skep (panjang, standar, pendek) untuk dikombinasikan dengan penggunaan filter udara campuran zeolit dan *flyash*, guna mengkaji sejauh mana pengaruh keduanya terhadap prestasi mesin sepeda motor 4-langkah. Kombinasi antara modifikasi mekanis dan penyaringan udara alternatif diharapkan mampu memberikan peningkatan performa mesin yang lebih signifikan dibanding dengan filter saja.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi per skep karburator terhadap respon akselerasi mesin sepeda motor ?
2. Bagaimana pengaruh variasi per skep karburator terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin sepeda motor ?
3. Bagaimana pengaruh variasi per skep karburator terhadap emisi gas buang pada mesin sepeda motor ?
4. Bagaimana variasi per skep karburator yang paling efektif dalam menghasilkan performa mesin terbaik ketika digunakan bersama filter udara berbahan campuran zeolit dan *fly ash* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh variasi per skep karburator terhadap respon akselerasi mesin sepeda motor.
2. Mengetahui pengaruh variasi per skep karburator terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin sepeda motor.
3. Mengetahui pengaruh variasi per skep karburator terhadap emisi gas buang pada mesin sepeda motor.
4. Menentukan variasi per skep karburator yang paling efektif dalam menghasilkan performa mesin terbaik saat digunakan bersama filter udara berbahan campuran zeolit dan *fly ash*.

1.4. Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah yang perlu diberikan agar pembahasan penelitian ini lebih terarah dan fokus adalah sebagai berikut:

1. Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah motor bensin 4-langkah, standar pabrik dan dilakukan *tune up* atau servis berkala sebelum dilakukan pengujian.
2. Penggunaan filter udara berbahan campuran zeolit dan *flyash* dengan komposisi (Z75:F25), aktivasi 80% menggunakan *microwave* 320 W, dan massa filter 75%, tanpa variasi komposisi selama penelitian.
3. Variasi yang diuji terbatas pada ukuran per skep karburator dengan tiga tingkat variasi: panjang (10 cm), standar (8cm), dan pendek (5cm), yang diaplikasikan bersama penggunaan filter udara campuran zeolit dan *flyash* tersebut.
4. Parameter kinerja mesin yang diuji adalah akselerasi, bsfc dan emisi gas buang.
5. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar standar, *pertalite* (RON 90) engan asumsi kualitas bahan bakar tetap sama selama pengujian.
6. Penelitian ini tidak membahas aspek lain seperti daya maksimum pada dinamometer, umur pakai filter, getaran mesin, maupun keausan komponen akibat penggunaan filter modifikasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian pengaruh variasi per skep karburator dengan filter udara campuran zeolit dan *fly ash* ini adalah seagai berikut :

1. Memberikan gambaran pengaruh variasi per skep karburator terhadap performa mesin sepeda motor 4-langkah yang meliputi akselerasi, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang.
2. Mengetahui konfigurasi per skep karburator yang paling efektif ketika dikombinasikan dengan filter udara campuran zeolit dan *fly ash* dalam meningkatkan efisiensi pembakaran.
3. Menjadi bahan pertimbangan dalam penerapan modifikasi karburator secara sederhana untuk memperoleh performa mesin yang lebih optimal dan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien.

4. Memberikan alternatif pemanfaatan material zeolit dan *fly ash* sebagai media filter udara yang berpotensi menurunkan emisi gas buang pada sepeda motor.
5. Menjadi referensi awal bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan sistem karburator dan peningkatan prestasi mesin sepeda motor 4-langkah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik. Energi mekanik sendiri diperoleh dari hasil pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar sehingga menghasilkan energi mekanik berupa gerakan translasi piston (*connection rods*), dan diubah menjadi gerakan rotasi pada poros engkol yang diteruskan ke sistem transmisi kemudian ke roda penggerak. Energi mekanik didapat dari proses pembakaran yang beradapa di ruang bakar. Sedangkan langkah kerja motor terbagi menjadi motor dua langkah (*two stroke engine*), dan motor bakar empat langkah (*four stroke engine*) (Suyatno dkk, 2023).

Motor bakar adalah suatu mesin yang menghasilkan gerak dengan cara mengkonversikan energi kimia menjadi panas yang selanjutnya menjadi energi mekanik dari gerak translasi menjadi gerak rotasi. Ditinjau dari cara memperoleh energi termal, mesin kalor ini dibagi dalam 2 golongan yaitu :

1. Mesin pembakaran luar (*external combustion engine*)

Pembakaran pada mesin jenis ini berlangsung di luar ruang mesin, sehingga energi panas serta gas hasil pembakaran tidak langsung digunakan dalam proses kerja mesin. Energi termal tersebut dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah atau media penghantar panas, seperti yang dijumpai pada sistem mesin uap, ketel uap, dan perangkat pembangkit panas eksternal lainnya (Reza, 2022).

2. Mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*)

Pada jenis mesin ini, proses pembakaran berlangsung di dalam mesin itu sendiri, sehingga gas hasil pembakaran secara langsung dimanfaatkan sebagai fluida kerja. Contohnya dapat ditemukan pada mesin bensin dan

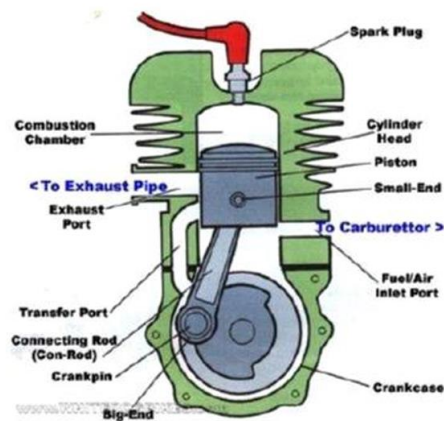
diesel, dimana gas pembakaran berperan langsung dalam menghasilkan tenaga gerak (Reza, 2022).

2.2. Mesin Bensin

Mesin bensin atau motor bensin (*Spark Ignition Engine*) merupakan mesin pengonversi energi tak langsung, yaitu energi bahan bakar menjadi energi panas dan kemudian baru menjadi energi mekanis. Jadi energi kimia bahan bakar tidak dikonversikan langsung menjadi energi mekanis. Bahan bakar standar motor bensin adalah bensin atau iso-oktan. Sistem siklus kerja motor bensin dua langkah (*two stroke*) dan empat langkah (*four stroke*) (Sihotang & Hetharia, 2021). Adapun prinsip kerja dari motor bensin dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Motor bensin 2 langkah

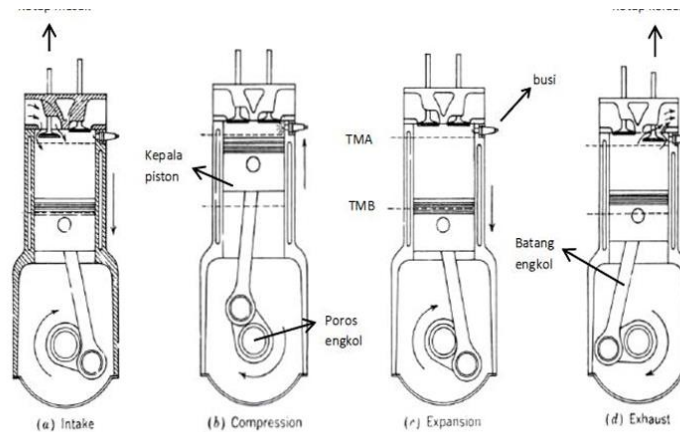
Motor dua langkah adalah jenis motor bakar yang dalam satu siklus pembakaran hanya memerlukan dua kali langkah kerja. Bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar dicampurkan dengan pelumas (oli samping) yang berfungsi sebagai fluida pendingin sekaligus pelumas pada saat proses pembakaran berlangsung. Pada motor 2 tak, proses kerja dilakukan hanya dalam satu putaran poros engkol, sehingga dalam setiap putaran terjadi satu kali langkah usaha. Ketika motor beroperasi, proses tersebut berlangsung secara berulang dengan urutan yang sama, dimulai dari langkah pengisian hingga proses pembakaran baru. Gerakan torak (piston) menuju titik mati atas (TMA) disebut langkah kompresi, sedangkan gerakan menuju titik mati bawah (TMB) disebut langkah usaha atau ekspansi. Pada saat torak berada di sekitar TMB, proses pengisian udara baru dan pembuangan gas sisa pembakaran terjadi hampir bersamaan, yang menyebabkan efisiensi volumetrik motor 2 tak lebih rendah dibandingkan motor 4 tak. Pengisian bahan bakar terjadi ketika tekanan udara di ruang bilas lebih tinggi dibandingkan tekanan gas dalam silinder, sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat terdorong masuk ke ruang bakar untuk memulai siklus berikutnya (Sihotang & Hetharia, 2021).



Gambar 2.1. Motor bensin 2 langkah
(Sihotang dan Hetharia, 2021)

2. Motor bensin 4 langkah

Mesin 4 tak atau 4 langkah adalah sebuah mesin yang dimana bekerja menghasilkan tenaga dengan memerlukan 4 proses langkah naik turun piston, dua kali rotasi kruk as dan satu putaran noken as (*camshaft*). Motor bakar atau motor bensin 4 langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat langkah piston. Sekaran ini, mesin pembakaran dalam pada mobil, sepeda motor, truk, pesawat terbang, kapal alat berat dan sebagainya, umumnya menggunakan siklus empat langkah. Empat langkah tersebut meliputi langkah hisap, kompresi, tenaga dan langkah buang. Yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin bensin atau diesel. Pada motor empat langkah, titik mati atas (TMA) merupakan posisi tertinggi yang dapat dicapai oleh piston (torak) di dalam silinder selama satu siklus kerja mesin. Sebaliknya, titik mati bawah (TMB) adalah posisi terendah yang dicapai piston dalam gerakannya. Gerakan bolak-balik piston antara TMA dan TMB inilah yang menjadi dasar dari pembentukan volume langkah di dalam silinder. Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang bekerja secara ideal, yaitu membuka dan menutup tepat saat piston berada di posisi TMA dan TMB, maka proses aliran udara-bahan bakar masuk serta pembuangan gas hasil pembakaran akan berlangsung secara optimal (Harahap & Junaidi, 2022).



Gambar 2.2. Siklus motor bensin 4 langkah
(Sihotang dan Hetharia, 2021)

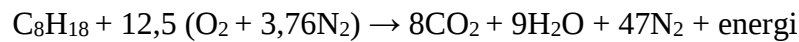
2.3. Proses Pembakaran

Pembakaran merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksidator (biasanya oksigen di udara) yang memerlukan panas awal pembakaran untuk menghasilkan panas yang jauh lebih besar. Dalam konteks mesin pembakaran dalam jenis *spark ignition* (SI) yang menggunakan bensin, proses pembakaran dimulai saat campuran udara dengan bahan bakar terbentuk dan mencapai ruang bakar. Ketika busi menghasilkan percikan api pada saat yang tepat, reaksi pembakaran dimulai dari inti api (*flame kernel*) dan kemudian menyebar sebagai *front nyala* (*flame front*) ke seluruh campuran di dalam silinder. Reaksi ini berlangsung sangat cepat dan menghasilkan pelepasan energi panas yang besar yang menyebabkan peningkatan tekanan dan temperatur di dalam silinder. Peningkatan tekanan inilah yang mendorong torak bergerak turun dan menghasilkan tenaga mekanik. Proses pembakaran sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain rasio udara–bahan bakar (*air–fuel ratio*), waktu pengapian (*ignition timing*), turbulensi aliran di dalam ruang bakar, serta komposisi dan sifat kimia bahan bakar itu sendiri. Ketidaksempurnaan pencampuran atau pengapian dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, berdampak pada rendahnya efisiensi pembakaran dan meningkatnya emisi gas buang seperti CO dan HC (Damayanti dkk, 2024).

Secara kimia, pembakaran bensin dapat disederhanakan dengan menggunakan model senyawa hidrokarbon, misalnya oktana (C_8H_{18}). Reaksi pembakaran sempurna dari oktana dengan oksigen dapat ditulis sebagai berikut:



Karena dalam mesin reaksi berlangsung dengan udara sebagai oksidator (mengandung nitrogen ~79% volumetrik), reaksi ini sering dituliskan juga dengan memperhitungkan nitrogen untuk menggambarkan produk nyata yang keluar dari silinder:



Reaksi pembakaran sempurna menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O) sebagai produk utama serta energi dalam bentuk panas. Namun, dalam kondisi nyata di dalam silinder mesin, pembakaran sering tidak berlangsung dengan sempurna akibat berbagai faktor seperti pencampuran yang tidak seragam, pembatasan waktu untuk proses pembakaran, atau kurangnya oksigen lokal. Akibatnya, produk samping seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon tidak terbakar (HC), oksida nitrogen (NO_x), dan partikel lain juga terbentuk. Pembentukan gas-gas ini merupakan hasil dari pembakaran tidak sempurna dan merupakan fokus penting dalam studi emisi dan optimasi proses pembakaran pada mesin bensin modern (Damayanti dkk, 2024).

2.4. Karburator

Karburator merupakan bagian penting di dalam sebuah kendaraan bermotor. Fungsinya yaitu untuk mengatur rotasi per menit (rpm) dan mencampur bahan bakar dan udara sesuai dengan perbandingan *Air Fuel Ratio* (AFR) sesuai kebutuhan pada beban dan tingkat kecepatan-kecepatan tertentu. Agar pembakaran pada mesin sempurna dan efisien, campuran bahan bakar dan udara harus ideal menurut perbandingan *stoichiometric* bahan bakar dan

udara yaitu 1:14,7 (Rizaldi & Widjanarko, 2021). Rasio campuran bahan bakar yang terlalu miskin pembakaran bahan bakar dan udara mengakibatkan kurang optimal dan pada rasio bahan bakar udara yang kaya campuran tidak terbakar seluruhnya karena ada cukup oksigen untuk membebaskan semua energi bahan bakar. Sistem bahan bakar karburator atau disebut juga sistem bahan bakar konvensional merupakan sistem bahan bakar untuk melakukan proses pencampuran bensin dan udara sebelum disalurkan ke ruang bakar. pada sistem bahan bakar konvensional biasanya tidak dilengkapi dengan pompa bahan bakar akan tetapi menggunakan gaya gravitasi dari tangki bahan bakar menuju ke karburator disalurkan melalui selang dan biasanya dilengkapi saringan bahan bakar (Rizaldi & Widjanarko, 2021).



Gambar 2.3. Karburator
(Sepriyatno dkk., 2024)

Adapun bagian-bagian dari sistem karburator, termasuk juga penjelasan dari per skep atau pegas skep adalah sebagai berikut :

1. *Throole valve* berfungsi untuk mengatur besar kecilnya saluran venturi dan mengatur jumlah campuran bahan bakar dan udara yang dibutuhkan engine.
2. *Jet needle* berfungsi untuk mengukur jumlah bahan bakar yang keluar dari saluran utama (main jet).

3. *Pilot Jet* berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang keluar dari saluran utama (*main jet*).
4. *Main Jet* berfungsi untuk mengatur jumlah bensin yang digunakan pada saat putaran tinggi.
5. *Float Chamber* (ruang pelampung) tempat penampung bensin sementara dalam karburator.
6. *Air Screw* berfungsi untuk mengukur jumlah udara yang akan bercampur dengan bensin pada saat *stationer*.
7. *Stop Screw* sebagai pengatur posisi pembukaan *throttle valve* pada kedudukan terendah untuk menentukan putaran *stationer*.
8. *Choke Valve* untuk menutup saluran udara agar terjadi campuran yang kaya, apabila menghidupkan mesin dalam keadaan dingin.
9. *Air Jet* berfungsi untuk mengontrol jumlah udara menuju *main jet* dan *slow jet* agar terjadi pencampuran kaya pada kecepatan dan pencampuran miskin.
10. *Needle Valve* berfungsi untuk membuka dan menutup saluran bahan bakar dari dalam ruang pelampung.
11. *Spring* atau per skep berfungsi untuk mengembalikan *throttle valve* pada saat bekerja.
12. *Pin Float* berfungsi untuk menstabilkan pelampung.
13. *Float* berfungsi untuk mengatur jumlah bensin yang masuk ke ruang pelampung dengan bantuan *needle valve* (Purkuncoro, A, 2020)

2.5. Prinsip Kerja Karburator

Adapun mengenai prinsip kerja karburator adalah sebagai berikut. Ketika torak bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB) pada langkah hisap, volume di dalam silinder bertambah sehingga menimbulkan kevakuman atau tekanan rendah. Kondisi ini menimbulkan perbedaan tekanan antara udara luar dan udara di dalam silinder, di mana tekanan di dalam silinder lebih rendah dibandingkan tekanan atmosfer. Akibatnya, udara dari luar akan terhisap masuk ke dalam silinder melalui

saluran masuk. Sebelum memasuki karburator, udara terlebih dahulu melewati saringan udara (*air filter*) untuk menyaring debu dan partikel asing, kemudian mengalir melalui *inlet port* sebelum masuk ke dalam silinder. Jumlah udara yang masuk dikendalikan oleh katup pada karburator yang disebut *throttle valve*, yang terhubung dengan tuas gas melalui kabel sehingga pengemudi dapat mengatur besar kecilnya bukaan sesuai kebutuhan mesin. Semakin besar bukaan *throttle*, semakin besar pula aliran udara yang masuk dan putaran mesin, sedangkan pada bukaan kecil mesin bekerja pada kondisi beban ringan atau stasioner.

Di dalam karburator terdapat bagian penyempitan saluran udara yang disebut venturi. Penyempitan ini bertujuan untuk mempercepat aliran udara yang melaluinya. Peningkatan kecepatan aliran tersebut dapat dijelaskan melalui dua prinsip dasar mekanika fluida, yaitu Hukum Kontinuitas dan Hukum Bernoulli. Menurut Hukum Kontinuitas, pada aliran yang stabil jumlah fluida yang melewati setiap penampang saluran per satuan waktu harus tetap, sehingga apabila luas penampang saluran mengecil, kecepatan alirannya harus meningkat. Secara matematis, hubungan ini dinyatakan dengan persamaan:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \dots\dots\dots(1).$$

Peningkatan kecepatan aliran udara di bagian venturi tersebut kemudian, sesuai dengan Hukum Bernoulli, diikuti oleh penurunan tekanan statis. Hukum Bernoulli menyatakan bahwa pada aliran fluida ideal yang mengalir secara kontinu, energi fluida terbagi antara energi tekanan, energi kinetik, dan energi potensial, sehingga ketika kecepatan aliran meningkat, tekanan statis akan menurun. Hubungan ini dapat dituliskan sebagai:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstan} \dots\dots\dots(2).$$

Penurunan tekanan di daerah venturi ini menimbulkan perbedaan tekanan yang cukup besar antara saluran udara dan mangkuk pelampung (*float chamber*) yang tekanannya mendekati tekanan atmosfer. Perbedaan tekanan

tersebut menjadi gaya penggerak utama yang menyebabkan bahan bakar di dalam mangkuk pelampung terhisap menuju nosel pada bagian jet (*spuyer*). Setelah melewati nosel, bahan bakar keluar melalui saluran *main jet* dalam bentuk butiran sangat halus atau kabut bahan bakar yang teratomisasi. Proses pengabutan ini sangat penting karena semakin halus partikel bahan bakar, semakin luas permukaan kontakannya dengan udara, sehingga pencampuran menjadi lebih merata. Campuran udara dan bahan bakar yang homogen akan lebih mudah terbakar di dalam ruang bakar, menghasilkan pembakaran yang lebih stabil dan efisien, meningkatkan performa mesin, serta membantu menurunkan pembentukan emisi gas buang yang tidak diinginkan. (Catur & Wailanduw 2025).

2.6. Per Skep Karburator

Per skep karburator, atau sering disebut pegas pengembali skep, adalah komponen berbentuk pegas yang terletak di dalam ruang skep karburator. Fungsinya adalah untuk mengembalikan posisi skep (piston gas) ke keadaan semula ketika tuas gas dilepaskan. Pegas skep bekerja berlawanan dengan gaya tarik kabel gas. Ketika pengendara memutar tuas gas, kabel gas menarik skep ke atas sehingga membuka venturi dan meningkatkan aliran udara. Setelah tuas gas dilepaskan, pegas skep menekan kembali skep ke bawah agar katup gas tertutup sebagian atau seluruhnya. Besarnya kekakuan (*spring rate*) dari per skep akan memengaruhi kecepatan respon *throttle* dan kestabilan aliran udara (Anam dkk, 2024). perubahan tekanan atau posisi pada sistem skep akan mengubah tekanan diferensial di venturi, yang berpengaruh langsung terhadap jumlah bahan bakar yang disemprotkan melalui jet *needle*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem skep dan per skep tidak hanya berfungsi mekanis, tetapi juga berperan dalam menentukan karakteristik pencampuran bahan bakar dan udara secara dinamis.

Per skep umumnya dibuat dari baja karbon atau baja paduan *spring steel* yang mengalami proses perlakuan panas *heat treatment* untuk meningkatkan

elastisitas dan ketahanan terhadap kelelahan logam *fatigue*. Bahan ini dipilih karena mampu menahan beban berulang selama jutaan siklus kerja tanpa mengalami deformasi permanen. Selain itu, diameter kawat, jumlah lilitan, dan panjang bebas pegas memengaruhi karakteristik kinerja per skep. Perubahan parameter ini sering digunakan dalam modifikasi karburator untuk menyesuaikan karakteristik mesin terhadap kebutuhan pengguna, seperti efisiensi bahan bakar atau akselerasi cepat (Rizaldi & Widjanarko, 2021).



Gambar 2.4. Per skep karburator

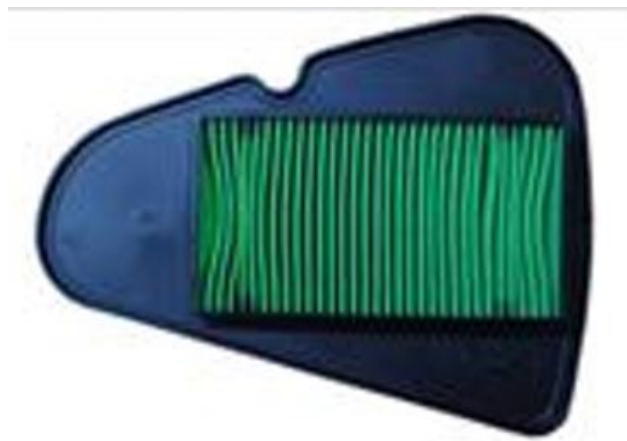
2.7. Parameter Prestasi Mesin

Parameter operasi mesin memiliki hubungan yang erat dengan prestasi mesin yang dihasilkan. Besar kecilnya nilai parameter operasi akan mempengaruhi tinggi rendahnya performa mesin. Parameter yang umum digunakan dalam analisis prestasi mesin meliputi waktu akselerasi, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Waktu akselerasi menunjukkan kemampuan mesin dalam meningkatkan kecepatan kendaraan dalam selang waktu tertentu dan secara teoritis berkaitan dengan perubahan energi kinetik kendaraan. Sedangkan konsumsi bahan bakar pada uji jalan ditentukan berdasarkan selisih volume bahan bakar sebelum dan sesudah pengujian pada jarak serta kecepatan tertentu, metode ini umum digunakan pada pengujian kendaraan tanpa pengukuran daya atau torsi secara langsung (Aliyansyah dkk,

2024). Sementara itu, konsumsi bahan bakar stasioner dihitung dari volume bahan bakar yang terpakai selama waktu pengujian pada putaran mesin konstan dan dinyatakan dalam satuan ml/jam. Besaran ini mencerminkan kebutuhan bahan bakar mesin saat bekerja tanpa beban besar serta dapat digunakan sebagai indikator (Sugiyarto dan Muhammad 2025).

2.8. Filter Udara

Saringan udara (filter) berfungsi untuk menyaring kotoran dan debu dari udara sehingga memberi kesempatan udara masuk lebih banyak ke ruang bakar. Terhambatnya udara akan menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan memboroskan bahan bakar. Karena berfungsi sebagai penyaring saja, saringan udara ini harus bersih dari kotoran. Saringan udara tipe kertas, disebut tipe kertas karena elemen saringannya terbuat dari kertas, untuk beberapa saringan tipe kertas perawatannya bisa dilakukan dengan mencucinya dengan air. Belakangan ini untuk tipe tertentu saringan udara menggunakan tipe aliran aksial. Tipe ini memungkinkan bentuk saringan lebih kompak dan ringan (Alexander, 2020).



Gambar 2.5. Filter udara (Abdul Fatah & Pratama, 2022).

Pada umumnya, terdapat dua tipe sistem pemakaian filter udara pada kendaraan bermotor, yaitu sistem terbuka (*open intake system*) dan sistem tertutup (*closed intake system*). Jika tujuan utama adalah menjaga kebersihan

ruang bakar dan memastikan proses pembakaran berlangsung sempurna, maka penggunaan filter udara standar merupakan pilihan yang paling tepat karena mampu menyaring partikel debu dan kotoran dengan baik. Namun, bagi pengguna yang menginginkan peningkatan performa mesin, dapat menggunakan filter udara tipe *replacement* atau *racing* yang memiliki kemampuan aliran udara lebih besar sehingga dapat meningkatkan efisiensi volumetrik mesin. Filter udara berfungsi untuk memisahkan partikel debu, pasir, dan kotoran lainnya agar udara yang masuk ke karburator dan ruang bakar benar-benar bersih. Apabila filter udara dalam kondisi kotor atau tersumbat, maka suplai udara ke karburator akan berkurang sehingga proses pembakaran menjadi tidak sempurna. Selain itu, kotoran yang terbawa ke ruang bakar dapat menyebabkan keausan lebih cepat pada dinding silinder, piston, serta komponen karburator, yang pada akhirnya menurunkan performa dan efisiensi mesin. Selain itu, kotoran yang terbawa ke ruang bakar dapat menyebabkan keausan lebih cepat pada dinding silinder, piston, serta komponen karburator, yang pada akhirnya menurunkan performa dan efisiensi mesin. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat mempercepat kerusakan pada ring piston dan dinding silinder sehingga meningkatkan kebocoran kompresi dan menurunkan tekanan efektif pembakaran. Gangguan tersebut juga berdampak pada proses pencampuran udara dan bahan bakar yang menjadi kurang homogen.

2.9. Zeolit

Zeolit adalah mineral kristalin aluminosilikat berpori terhidrat yang memiliki struktur kerangka tiga dimensi, tersusun atas tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$ yang saling terhubung melalui atom-atom oksigen. Hubungan antar tetrahedral ini membentuk struktur terbuka berongga yang di dalamnya berisi kation logam seperti natrium (Na^+), kalsium (Ca^{2+}), dan kalium (K^+), serta molekul air yang dapat bergerak bebas keluar masuk pori-pori. Sifat tersebut menjadikan zeolit berfungsi sebagai adsorben, katalis, penukar ion, dan media penyaring yang efektif. Di Indonesia, pemanfaatan zeolit alam masih tergolong

rendah meskipun negara ini berada pada jalur cincin api yang memiliki potensi sumber daya zeolit cukup besar. Zeolit yang telah mengalami aktivasi fisik atau kimia menunjukkan peningkatan kristalinitas dan daya adsorpsi dibandingkan zeolit tanpa aktivasi. Proses ini menghilangkan air dan kotoran yang menutupi pori-pori sehingga luas permukaan aktif meningkat dan kemampuan menyerap molekul gas atau partikel halus menjadi lebih optimal (Pabiś-Mazgaj dkk., 2021).

Zeolit merupakan mineral aluminosilikat alami yang memiliki kapasitas tukar kation tinggi, daya adsorpsi besar, serta sifat hidrasi–dehidrasi yang baik. Pemanfaatannya telah berkembang luas di berbagai bidang, termasuk industri, pertanian, dan lingkungan, terutama sebagai penyerap bau dan polutan seperti CO, CO₂, dan H₂S. Zeolit tergolong mineral industri multiguna karena sifat fisika dan kimianya yang unggul, seperti berfungsi sebagai adsorben, penukar ion, penyaring molekul, dan katalis. Kombinasi sifat tersebut menjadikan zeolit sangat potensial digunakan sebagai media penyaring udara, termasuk pada sistem pemasukan udara mesin pembakaran dalam (Sirajuddin & Purnomo, 2024).



Gambar 2.6. Batuan zeolit (Pabiś-Mazgaj dkk., 2021).

Zeolit tersebut memperlihatkan struktur dan bentuk material zeolit yang memiliki kerangka kristal alumino silikat dengan susunan pori-pori mikro yang

teratur dan saling terhubung. Struktur berpori ini menjadi karakteristik utama zeolit yang memberikan kemampuan adsorpsi sangat tinggi terhadap molekul gas, uap, serta partikel-partikel pengotor yang terbawa aliran udara. Rongga dan saluran di dalam zeolit berfungsi sebagai media penyaring sekaligus menyeimbangkan aliran udara sebelum masuk ke sistem karburator. Selain berperan sebagai penyaring, struktur zeolit juga memungkinkan terjadinya proses pertukaran ion dan adsorpsi selektif terhadap gas-gas tertentu, seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), dan hidrokarbon (HC). Udara yang melewati media zeolit menjadi lebih bersih dan homogen, sehingga kualitas udara masuk ke ruang bakar meningkat. Kondisi ini berpengaruh langsung terhadap proses pencampuran udara dan bahan bakar yang menjadi lebih merata dan stabil. Peningkatan kualitas campuran udara–bahan bakar tersebut mendukung terjadinya proses pembakaran yang lebih sempurna di dalam silinder mesin. Pembakaran yang lebih sempurna tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar, tetapi juga berkontribusi dalam menurunkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Oleh karena itu, pemanfaatan zeolit sebagai bahan campuran filter udara menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk meningkatkan performa mesin sekaligus mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

2.10. *Fly ash*

Fly ash adalah limbah padat yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara dalam menghasilkan energi listrik. *Fly ash* mengandung unsur-unsur kimia antara lain alumina (Al₂O₃), Kalsium Oksida (CaO), Silika (SiO₂), dan oksida besi (Fe₂O₃), juga mengandung unsur tambahan lainnya seperti magnesium oksida (MgO), basa (Na₂O). dan K₂O), fosfor oksida (P₂O₅), titanium oksida (TiO₂), sulfur trioksida (SO₃), dan karbon. Sekitar 0,9 miliar ton *fly ash* dihasilkan setiap tahunnya (Muttaqien dkk., 2023). *Fly Ash* merupakan limbah padat hasil pembakaran batu bara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). *Fly ash* yang tersusun oleh partikel-partikel serbuk halus merupakan salah satu material yang paling kompleks karena tersusun oleh

mineral yang sangat bervariasi. Sifat fisik dan kimia *fly ash* tidak hanya tergantung pada jenis batu bara yang digunakan dalam proses pembakaran, namun juga pada teknik atau teknologi yang digunakan untuk membakar batu bara (Ayuningtyas dkk., 2022).



Gambar 2.7. *Fly Ash* (Ayuningtyas dkk., 2022).

Fly ash memiliki kandungan silika yang tinggi yang memiliki daya serap yang besar, memiliki potensi yang besar untuk dijadikan adsorben, salah satunya adalah untuk adsorpsi fenol. *Fly ash* sebagai adsorben memiliki potensi yang besar dalam mengurangi beban lingkungan akibat dari limbah industri. Kandungan aluminosilika dan karbon yang tidak terbakar dalam *fly ash* memainkan peran penting untuk adsorpsi individu polutan dalam gas buang seperti NO_x , SO_x , merkuri serta pewarna, senyawa organik dan anorganik yang tidak diinginkan dari limbah cair (Faisal et al., 2023). Abu terbang (*fly ash*) merupakan salah satu hasil produksi sampingan dari proses pembakaran batubara yang terbawa keluar dari ruang pembakaran melalui aliran gas buang berupa partikel halus. *Fly ash* banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam berbagai aplikasi teknik karena memiliki sifat pozzolanik, yaitu kemampuan bereaksi dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan air untuk membentuk senyawa yang bersifat mengikat seperti semen. Ketika bercampur dengan air, oksida silika (SiO_2) yang terdapat dalam *fly ash* akan bereaksi secara kimia menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat yang kuat dan stabil. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), abu terbang dibedakan menjadi

tiga kelas, yaitu kelas F, kelas N, dan kelas C, yang masing-masing memiliki kandungan kimia dan karakteristik berbeda. Selain digunakan pada bidang konstruksi, *fly ash* juga mulai dikembangkan sebagai bahan alternatif dalam sistem filtrasi udara karena memiliki porositas tinggi dan kemampuan adsorpsi yang baik terhadap partikel halus maupun gas polutan. Persyaratan kimia abu terbang diperlihatkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Persyaratan abu terbang

No	Uraian	Kelas		
		N	F	C
1	$\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$, Min, %	70	70	70
2	SO_3 , Maks, %	4	5	5
3	Kadar Air, Maks, %	3	3	3
4	Hilang Pijar, Maks, %	10	6	6

Fly ash kelas F biasanya dihasilkan dari pembakaran batubara *anthracite* atau *bituminous*, tetapi juga dapat dihasilkan dari batu bara *subbituminous* dan *lignit*. *Fly ash* kelas F mengandung kadar tinggi silika, alumina, dan besi. Biasanya dihasilkan dari hasil pembakaran batubara *bituminous* dan *subbituminous*. Abu terbang kelas C biasanya dihasilkan dari pembakaran lignit atau batubara *anthracite* atau *bituminous*. Abu terbang kelas C umumnya memiliki kandungan kalsium total yang diekspresikan sebagai oksida kalsium (CaO), yang lebih tinggi dari abu terbang kelas F. Abu terbang kelas N dalam campuran beton mencakup pozzolan alami mentah atau yang telah dibakar seperti jenis beberapa tanah diatom. *Fly ash* memiliki ukuran partikel yang sangat halus sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran filter udara untuk meningkatkan kemampuan penyaringan partikel debu dan kotoran (Permatasari dkk., 2023).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2025 hingga Januari 2026. Pengujian jalan, stasioner dan akselerasi dilakukan di jalan kota baru Lampung selatan. Kemudian untuk pengujian emisi gas buang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Lampung.

3.2. Alat Penelitian

Berikut ini merupakan alat-alat yang digunakan dalam penelitian untuk skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Sepeda motor bensin 4- langkah satu silinder

Dalam penelitian ini mesin yang dipakai untuk pengujian variasi per skep yang menggunakan filter campuran zeolit dan *fly ash* sebagai berikut :

Merk	: Yamaha Vega Zr 2009
Jenis	: Motor bensin 1 silinder
Tipe Mesin	: 4 langkah, 2 katup
Diameter x Langkah	: 50,0 mm x 57,9 mm
Torsi Maksimum	: 8,3 Nm/4500 rpm
Daya Maksimum	: 6,0 Kw/7500 rpm
Volume Silinder	: 113,7 cc
Perbandingan Kompresi	: 9,3 : 1
Kapasitas Oli	: 0,8 Liter
Sistem Pendingin	: Pendingin udara

Sistem Transmisi : Manual, 4-Speed (N-1-2-3-4)

Kopling : Basah, *Centrifugal* dan *Multiple disc*



Gambar 3.1. Sepeda motor vega zr 2009

2. Per skep karburator

Per skep karburator digunakan untuk variasi per skepnya yaitu terdiri dari per skep standar (8 cm), pendek (5 cm), dan panjang (10 cm).



Gambar 3.2. Per skep karburator

3. Timbangan digital

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan penelitian.



Gambar 3.3. Timbangan digital

4. Tumbukan

Tumbukan digunakan untuk menghaluskan zeolit dan *flyash*.



Gambar 3.4. Tumbukan

5. Ayakan

Ayakan digunakan untuk menyeragamkan agar zeolit sama yaitu 100 *mesh*.



Gambar 3.5. Ayakan 100 *mesh*

6. Roler

Roler digunakan untuk meratakan dan memipihkan adonan.



Gambar 3.6. Roller

7. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk pengujian stasioner dan uji akselerasi.



Gambar 3.7. Stopwatch

8. Kompor

Kompor digunakan untuk memasak air, tepung, dan campuran zeolit *flyash*.



Gambar 3.8. Kompor

9. *Microwave*

Microwave digunakan untuk aktivasi pelet campuran zeolit dan *fly ash*.



Gambar 3.9. *Microwave*

10. Cetakan pelet

Cetakan pelet digunakan untuk memebentuk pelet dengan ukuran 10 mm.



Gambar 3.10. Cetakan pelet

11. Kawat strimin

Kawat strimin digunakan untuk meletakkan pelet sebagai pengganti filter.



Gambar 3.11. Kawat strimin

12. Tangki bahan bakar

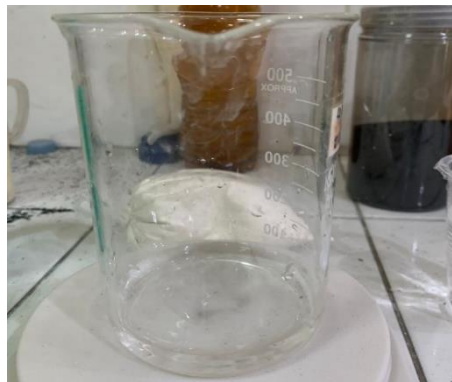
Tangki bahan bakar digunakan saat ujia stasioner dan uji jalan kendaraan.



Gambar 3.12. Tangki bahan bakar

13. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur bahan bakar.



Gambar 3.13 Gelas ukur

14. *Tachometer*

Tachometer digunakan untuk mengukur putaran mesin.



Gambar 3.14. *Tachometer*

15. Gas analyzer

Gas *analyzer* dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur emisi gas buang pada sepeda motor.



Gambar 3.15. Gas analyzer

3.3. Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian pengaruh variasi perskep karburator yang menggunakan campuran zeolit dan *fly ash* terhadap prestasi mesin pada mesin sepeda motor 4- langkah adalah sebagai berikut :

1. Zeolit

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan yaitu zeolit yang telah dihaluskan hingga menjadi bubuk halus. Zeolit dipilih karena memiliki struktur berpori dan luas permukaan yang besar, sehingga mampu menyerap partikel-partikel kotoran dan gas berbahaya pada udara yang masuk ke sistem pembakaran.



Gambar 3.16. Zeolit

2. *Fly ash*

Fly ash adalah bahan tambahan yang digunakan sebagai campuran pada zeolit dalam penelitian ini. *Fly ash* atau abu terbang merupakan hasil samping dari pembakaran batubara.



Gambar 3.17. *Fly Ash*

3. Tepung Tapioka

Pada penelitian ini, tepung tapioka digunakan sebagai bahan perekat zeolit sebelum dicetak menjadi pelet. Tepung tapioka dipilih karena bersifat alami, mudah didapat, dan tidak menimbulkan efek samping terhadap proses filtrasi udara.



Gambar 3.18. Tepung tapioka

4. Air aquadest

Pada penelitian ini air aquades digunakan untuk melarutkan tepung tapioka, zeolit dan *fly ash* sebelum pembuatan pelet.



Gambar 3.19. Air aquadest

3.4. Persiapan Alat dan Bahan

Adapun tahapan proses persiapan alat dan bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghaluskan zeolit, dengan cara ditumbuk hingga halus kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam.
2. Menghaluskan *fly ash* batubara dengan cara disaring menggunakan ayakan berukuran 100 mesh agar diperoleh butiran halus yang sesuai dengan ukuran zeolit.
3. Langkah yang ketiga yaitu membuat adonan dan pencetakan pelet dengan komposisi adonan pelet yaitu zeolit (40,5% gram), *flyash* (13,5% gram), tepung (4% gram), dan air (42% gram). Setelah adonan jadi kemudian ratakan adonan menggunakan roler hingga ketebalan 3 mm dan diameter 10 mm. setelah selesai melakukan pencetakan pelet dengan ukuran yang telah ditentukan, kemudian didiamkan selama 24 jam pada temperatur ruangan.



Gambar 3.20. Pelet yang telah dicetak

4. Setelah didiamkan selama 24 jam. Kemudian lakukan aktivasi agar kandungan air dalam pelet terangkat. Aktivasi dilakukan dengan microwave oven menggunakan daya 80%, (320 W), kemudian waktu yang digunakan yaitu 6 menit.



Gambar 3.21. Aktivasi *microwave*

5. Setelah dilakukan aktivasi langkah selanjutnya yaitu pengemasan pelet menggunakan kawat strimin, pengemasan ini bertujuan agar memudahkan pemasangan pelet pada filter udara sepeda motor. Ukuran dari pengemasan

pelet ini memiliki ukuran yang sama dengan filter udara sepeda motor yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3.22. Pemasangan pelet pada filter udara

6. Langkah selanjutnya yaitu menyiapkan per skep standar yang berukuran 8 cm. Per skep standar ini merupakan ukuran bawaan dari karburator Yamaha Vega ZR tahun 2009 dan digunakan sebagai pembanding utama terhadap variasi per skep pendek dan panjang. Sebelum dilakukan pengujian, kondisi per skep diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan tidak terdapat kerusakan atau elastisitas yang dapat memengaruhi hasil pengujian.



Gambar 3.23. Per skep standar 8 cm

7. Langkah selanjutnya yaitu menarik per skep yang standar hingga panjang mencapai 10 cm, dan untuk menarik per skep tersebut menggunakan alat bantu yaitu tang untuk menarik per skep tersebut.



Gambar 3.24. Per skep di Tarik 10 cm

8. Setelah dilakukan penarikan per skep, per skep standar kemudian dipotong hingga mencapai panjang 5 cm menggunakan alat tang potong. Proses pemotongan dilakukan secara hati-hati agar ujung per skep tetap rata dan tidak mengalami deformasi yang dapat memengaruhi karakteristik elastisitas pegas.



Gambar 3.25. Per skep di potong 5 cm

Adapun tabel variasi ukuran per skep karburator disajikan untuk memudahkan pembahasan hasil pengujian pada Bab IV. Tabel tersebut memuat tiga variasi ukuran per skep.

Tabel 3.1. Variasi ukuran per skep karburator

Per Skep	Ukuran (cm)	Keterangan
1	8	Standar
2	5	Pendek
3	10	Panjang

3.5. Prosedur Pengujian

Pada penelitian ini data yang diambil yaitu pengujian prestasi mesin: uji jalan, stasioner, akselerasi ,kemudian pengujian emisi gas buang. Pengujian tersebut untuk mengetahui karakteristik prestasi mesin sepeda motor menggunakan variasi per skep standar,panjang, dan pendek dengan filter buatan (filter zeolit dan *fly ash*). Untuk pengambilan data dilakukan dalam keadaan cuaca yang sama, cara berkendara yang sama beban pengendara yang sama, dan sebelum dilakukanya pengujian mesin yang akan digunakan pengujian dilakukan pemanasan mesin beberapa menit agar memperoleh kondisi yang sama pada saat pengujian.

Tahapan pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Uji jalan (*road test*)

Uji jalan ini dilakukan dengan rata-rata kecepatan sepeda motor 60 km/jam, kemudian jarak yang ditempuh yaitu 2 km. Pengujian jalan ini bertujuan untuk memperoleh data konsumsi bahan bakar yang digunakan setiap pengujianya. Dalam pengujian ini tangki bahan bakar yang digunakan memiliki volume 240 ml. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu mengukur jarak tempuh yang akan digunakan, kemudian menandainya dengan jarak 2 km. Pengambilan data pengujian jalan yaitu

dengan cara mengukur bahan bakar pada tangki 240 ml. Selanjutnya menjalankan kendaraan pada trak yang sudah ditentukan dengan kecepatan stabil 60 km/jam dengan jarak 2 km, setelah menempuh jarak 2 km, matikan mesin. Kemudian mengukur konsumsi bahan bakar yang telah digunakan dengan cara memasukan bahan bakar ke tangki menggunakan gelas ukur. Lakukan langkah tersebut sebanyak 3 kali dalam setiap pengujian per skep standar, panjang dan pendek, serta filter standar dan filter buatan.

2. Pengujian stasioner

Pengujian stasioner dilakukan dengan kendaraan berhenti. Pengujian stasioner yang akan dilakukan yaitu menggunakan putaran mesin 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm. Pengujian stasioner ini dilakukan selama 5 menit untuk setiap pengujianya. Pengujian stasioner ini dilakukan untuk mengetahui data konsumsi bahan bakar saat menggunakan variasi per skep maupun menggunakan filter buatan kendaraan pada keadaan stasioner.

Langkah pertama pengujian stasioner yaitu mengisi dan mengukur tangki buatan yang memiliki volume 240 ml. Kemudian mesin dan *stopwatch* dihidupkan secara bersamaan. Setelah itu tarik gas hingga 2000 rpm apabila waktu pada *stopwatch* sudah 5 menit kemudian matikan mesin dan mengukur konsumsi bahan bakar terpakai dengan cara memasukan bahan bakar ke dalam tangki buatan menggunakan gelas ukur. Ulangi langkah langkah tersebut sebanyak 3 kali pengujian menggunakan variasi per skep maupun menggunakan filter buatan. Pada putaran 2500 rpm dan 3000 rpm dilakukan langkah pengujian yang sama.

3. Pengujian akselerasi

Pengujian akselerasi dilakukan dengan kecepatan (0-60 km/jam), pengujian akselerasi kendaraan bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan kendaraan dalam keadaan berhenti sampai berjalan mencapai kecepatan yang diinginkan (60 km/jam) dengan menggunakan variasi per skep dan filter zeolit *fly ash*. Variasi per skepnya yaitu

standar, pendek, dan panjang. Langkah awal dalam pengujian akselerasi yaitu menghidupkan mesin kendaraan, kemudian ketika gas ditarik, hidupkan *stopwatch*, setelah mencapai kecepatan yang diinginkan (60 km/jam) matikan stopwatch dan catat waktu yang tertulis pada *stopwatch*. Langkah-langkah tersebut diulangi 3 kali setiap pengujian untuk variasi per skep dan filter buatan.

4. Pengujian emisi

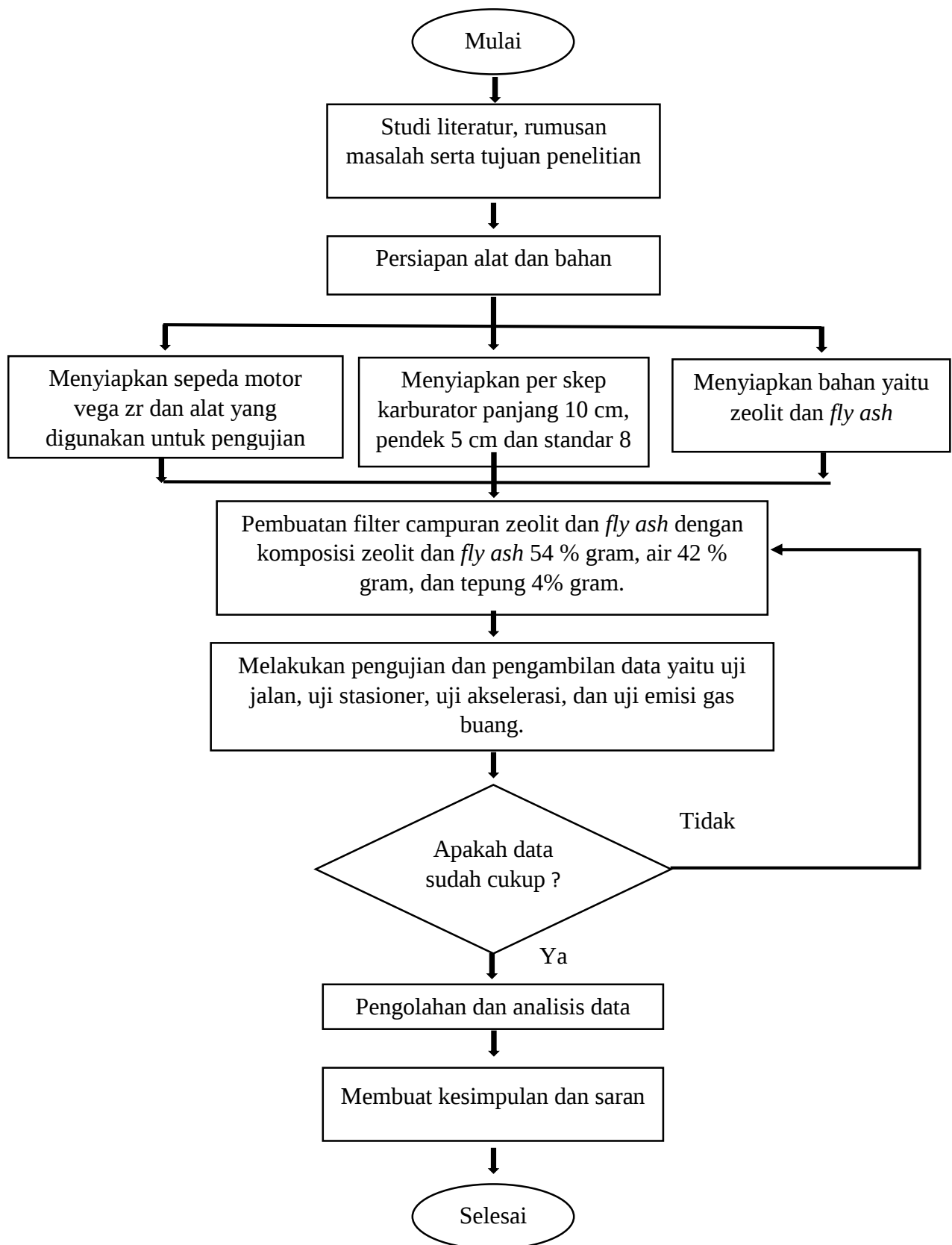
Pengujian emisi dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi per skep terbaik dan filter buatan terhadap emisi gas buang kendaraan yang digunakan untuk penelitian. Pada pengujian emisi gas buang ini menggunakan rpm 1500. Pada pengujian emisi gas buang ini pengambilan data dilakukan 6 kali pengambilan data dengan pengambilan data yang pertama yaitu per skep standar dan filter standar. Kemudian per skep pendek dengan filter standar dan seterusnya sampai per skep panjang filter buatan.

3.6. Analisa Data

Setelah data hasil pengujian diperoleh, selanjutnya data tersebut dianalisis dengan cara menghitung nilai rata-rata dari setiap parameter pengujian. Data yang telah diolah dan di analisa kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah dalam melihat hubungan antara variasi per skep karburator dan penggunaan filter udara campuran zeolit *fly ash* bagaimana kedua bahan tersebut mampu meningkatkan prestasi mesin sepeda motor 4-langkah.

3.7. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir dalam pembuatan dan pengujian pengaruh variasi per skep karburator yang menggunakan filter udara campuran zeolit dan *fly ash* untuk meningkatkan prestasi mesin sepeda motor 4- langkah.



Gambar 3.26. Diagram alir penelitian.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian, dan pengambilan data sesuai dengan metodologi penelitian variasi per skep karburator yang menggunakan filter udara campuran zeolit *fly ash* maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian akselerasi 0–60 km/jam, variasi per skep memberikan pengaruh signifikan terhadap respons akselerasi sepeda motor. waktu akselerasi terbaik diperoleh pada kombinasi per skep pendek dengan filter zeolit *fly ash*, yaitu 6,60 detik. Nilai ini turun sekitar 3,03 %. Per skep standar 6,80 detik dan sekitar 6,88 detik lebih lambat (1,16%) untuk per skep panjang pada penggunaan jenis filter yang sama.
2. Pada pengujian uji jalan sejauh 2 km dengan kecepatan konstan 60 km/jam, efisiensi bahan bakar terbaik dicapai oleh kombinasi per skep panjang dengan filter zeolit dan *fly ash* sebesar 44,44 km/L. Nilai ini naik sekitar 14,8 % dibandingkan penggunaan filter standar pada variasi per skep yang sama, yaitu 38,71 km/L. penghematan tersebut juga terlihat pada pengujian stasioner 2000 rpm, di mana kombinasi per skep panjang dengan filter zeolit dan *fly ash* mampu menurunkan konsumsi bahan bakar sekitar 20,7% dibandingkan penggunaan filter standar. dan *fly ash* mencatat konsumsi paling rendah yaitu 260 ml/jam.
3. Berdasarkan hasil pengujian emisi gas buang, penggunaan filter udara campuran zeolit dan *fly ash* terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan kadar CO dan HC. Hasil paling optimal diperoleh pada kombinasi per skep panjang dengan filter zeolit dan *fly ash*, di mana kadar CO menurun dari 3,11% menjadi 2,52%, atau turun sekitar 19,0% dibandingkan penggunaan filter standar. Selain itu, kadar HC mengalami penurunan yang sangat signifikan, yaitu dari 980 ppm menjadi 353 ppm,

atau turun sekitar 64,1%, yang merupakan nilai terendah dari seluruh variasi yang diuji.

4. Berdasarkan tujuan penelitian, diperoleh hasil bahwa setiap variasi per skep memiliki keunggulan spesifik pada parameter yang berbeda. Per skep pendek dengan filter zeolit dan *fly ash* memberikan akselerasi terbaik dengan waktu 6,60 detik . Sementara itu, per skep panjang dengan filter zeolit dan *fly ash* menjadi yang paling unggul dalam efisiensi dan emisi, dengan nilai konsumsi bahan bakar pada uji jalan yaitu 44,44 km/L dan pada uji stasioner rpm 2000 yaitu bsfc hanya 260 ml, kadar CO 2,52%, serta kadar HC 353 ppm. Secara keseluruhan, filter zeolit dan *fly ash* terbukti meningkatkan performa di seluruh variasi per skep, sehingga pemilihannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna baik untuk akselerasi maupun efisiensi.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi per skep yang lebih beragam, baik dari segi panjang maupun tingkat kekakuannya.
2. Perlu dilakukan penambahan durasi atau waktu uji stasioner untuk memantau konsistensi dan stabilitas filter zeolit dan *fly ash* dalam jangka waktu lama. Hal ini bertujuan untuk memastikan efektivitas filtrasi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi tetap stabil tanpa mengalami penurunan performa akibat akumulasi panas mesin.
3. Perlu dilakukan pengujian uji jalan (*road test*) dengan jarak yang lebih jauh dan rute bervariasi untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar yang lebih akurat pada kondisi penggunaan harian yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Fatah, K. M., & Pratama, A. (2022). Analisis Kinerja Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor dengan Variasi Kondisi Filter Udara. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 25–29. Bandar Lampung .<https://doi.org/10.24967/psn.v2i1.1451>
- Alexander, B. (2020). Pengaruh jenis saringan udara terhadap performa mesin sepeda motor injeksi 110 cc *Effect of air filter type on the performance of the 110 cc injection motorcycle*. SJME Kinematika, 5(2), 138–149. Politeknik Hasnur, Barito Kuala, Indonesia.
- Aliyansyah, B., Ilminnafik, N., & Syuhri, A. (2024). Optimalisasi kinerja motor bakar empat langkah berbahan bakar bensin dan penambahan water elektrolisis dengan katalis KOH. *Jurnal SIMETRIS*, 15(1), 11–18. Universitas Jember, Jember, Indonesia. ISSN 2252-4983.
- Anam, K., Feriansah, A., Prayogi, Y., & Sahwal Maghfiroh, E. (2024). Daya dan torsi maksimal: studi eksperimental penggunaan karburator aftermarket pada sepeda motor. *Surya Teknika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2). Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia. <https://doi.org/10.48144/suryateknika.v8i2.1994>
- Ayuningtyas, U., Made Agus Dharma Susila, I., Leopold Sihombing, A. S., Adi Sasongko, N., Anggraeni, P., Pribadi Adi Nugroho, T., dan Tjahyo Eka Darmayanti, N. (2022). Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash Sebagai Material Konstruksi Ramah Lingkungan Dalam Rangka Mendukung Kriteria Bangunan Hijau. Tangerang Selatan. *Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat 2022*, 51–56.
- Badan Pusat Statistik. (2024, Februari 29). Perkembangan jumlah kendaraan

bermotor menurut jenis (unit). BPS. Jakarta.
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg%3D%3D/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis--unit-.html>

Catur, H., & Wailanduw, A. G. (2025). *Analisis laju aliran fluida pada karburator PE dengan variasi tipe terhadap kecepatan fluida*. Jurnal Teknik Mesin, 14(04), 139–144. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. <https://doi.org/10.26740/jtm.v14n04.p139-144>

Damayanti, D., Rivandy, A. A., Herlambang, A. S., Normi, G., Hidayatulloh, P., Suswanto, V. V., Riyadi, A. S., Supriyadi, D., Saputri, D. R., Fahni, Y., Sanjaya, A., Alfian, D. G. C., Adiwibowo, M. T., Janah, D. U., & Taharuddin, T. (2024). *Analisis efisiensi performa pembakaran internal pada kerja mesin empat langkah terhadap penambahan zat aditif metanol*. Jurnal Integrasi Proses, 13(1), 59–66. Cilegon, Banten, Indonesia. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip/article/view/24936>

Harahap, L. Q., dan Junaidi. (2022). Analisa Performa Honda Supra X 125 Menggunakan Karburator Standart dan Karburator Racing Berbahan Bakar Pertalite. Medan. *Buletin Utama Teknik*, 17(2), 111–116. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/4948>

Khambali, K., Winoko, Y. A., dan Choirun, M. (2024). Improving the Performance of a 4-Stroke Motorcycle with Variation Diameter and Mass Piston. Malang. *Indonesian Journal of Advanced Research*, 3(7), 1127–1140. <https://doi.org/10.55927/ijar.v3i7.9914>

Lapisa, R., Rahman, R., Yulia Basri, I., & Afnison, W. (2022). Pengaruh Diameter Variasi Throttle Body Terhadap Daya, Torsi Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Beat Pgm-Fi 110 Cc Tahun 2014. Padang. *Ensiklopedia Education Review*, 4(3), 245–250. <https://doi.org/10.33559/eer.v4i3.1544>

Mufarida, N. A., Abidin, A., Ridlo, M. Z., & Nurhalim. (2024). *Unjuk kerja performa mesin motor 4-langkah dengan menggunakan campuran bioetanol-Pertamax*. Jurnal Penelitian IPTEKS, 9(2), 224–230. Universitas

- Muhammadiyah Jember, Kota Jember, Jawa Timur, Indonesia.
<https://doi.org/10.32528/penelitianipteks.v9i2.1536>
- Muttaqien, A., Martono, D. N., dan Gusdini, N. (2023). Analisis Daur Hidup Produksi Beton Fly Ash sebagai Upaya Mengurangi Dampak Emisi CO₂. Jakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1), 68–75.
<https://doi.org/10.14710/jil.21.1.68-75>
- Pabiś-Mazgaj, E., Gawenda, T., Pichniarczyk, P., dan Stempkowska, A. (2021). Mineral composition and structural characterization of the clinoptilolite powders obtained from zeolite-rich tuffs. krakow, polandia. *Minerals*, 11(10).
<https://doi.org/10.3390/min11101030>
- Permatasari, R., Sodri, A., dan Gustina, H. A. (2023). Utilization of Fly Ash Waste in the Cement Industry and its Environmental Impact: A Review. Jakarta. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 569–579.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4504>
- Purkuncoro, A, E. (2020). *BUKU PANDUAN PRAKTEK MEKANIK OTOMOTIF*. Malang, Jawa Timur.
- Renardy, B. N. (2019). Aktivasi campuran zeolit alam dan flyash batubara menggunakan microwave sebagai filter udara untuk meningkatkan prestasi mesin sepeda motor bensin 4 langkah. Bandar Lampung.Lampung
- Reza, R. P. (2022). Perencanaan Motor Bakar Diesel Dengan Daya 824 Hp Untuk Menggerakkan Generator Listrik Dengan Kapasitas 512'5 Kva. Medan. *Jurnal PersegiBulat*,1(2),38–46.
<https://doi.org/10.36490/jurnalpersegiBulat.v1i2.570>
- Rizaldi, A., dan Widjanarko, D. (2021). Pengaruh Setelan Ketinggian Jet Needle Pada Karburator Sepeda Motor Terhadap Performa Engine. Surabaya *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.52158>
- Sepriyatno, R., Hamzah, T. S. A., Matimbang, N. R. J., Alhikami, A. F., & Rosidin, M. K. (2024). *Investigation of carburetor venturi bore size in internal*

- combustion engines using RON 95 fuel mixed with bioethanol*. G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 8(2), 941–953. Universitas Islam Malang, Malang, Indonesia.
- Sihotang, R. ronaldo, dan Hetharia, M. (2021). Analisis Pengaruh Putaran Terhadap Komsumsi Bahan Bakar Dari Motor Bensin Suzuki Jimny Katana. Papua Barat. *Jurnal Voering*, 6(1), 20–27.
- Sirajuddin, S., & Purnomo, B. C. (2024). Penggunaan zeolite sebagai filter untuk menurunkan emisi gas buang berdasarkan ukuran dan tingkat kejenuhan absorpsi. *Borobudur Engineering Review*, 4(2), 73–92. Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, Indonesia. e-ISSN 2777-0850.
- Sugiyarto, S., & Muhammad, R. (2025). *Kajian Eksperimental daya dan konsumsi bahan bakar mesin pembakaran internal dengan bioetanol dari sorgum sebagai sumber energi terbarukan*. SPROCKET Journal of Mechanical Engineering, 7(1), 64–72. Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Jawa Barat, Indonesia. <https://doi.org/10.36655/sprocket.v7i1.1960>
- Suharto, R. D., Saputra, T. J., Wibowo, C., Sudrajat, A., & Fillah, M. Y. (2025). *Pengujian performa motor 4-langkah yang menggunakan komponen pengapian standar dan komponen pengapian racing bahan bakar RON 98*. Brilliant: Jurnal Riset dan Konseptual, 8(3), 763–770. Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Kota Blitar, Jawa Timur, Indonesia. <https://doi.org/10.28926/briliant.v8i3.1386>
- Suyatno, S., Riupassa, H., & Mini, M. (2023). *Analisa unjuk kerja internal combustion engine tipe T113d terhadap emisi gas buang*. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9(18), 878–895. Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, Jayapura, Papua, Indonesia. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8365395>
- Wardono, H., Aziz, A., dan Risano, A. Y. E. (2020). Pengaruh filter udara berbahan zeolit dan *fly ash* teraktivasi HCl-fisik terhadap prestasi mesin sepeda motor 4 langkah. Bandar Lampung. Jurnal Energi dan Sistem Rekayasa, 12(2), 45–52.

Wardono, H., Risano, A. Y. E., dan Ernadi, A. (2018). Pemanfaatan Campuran Zeolit dan Fly ash Batubara Yang Telah Diaktivasi Fisik Terhadap Akselerasi Mesin Sepeda Motor 4-Langkah. Bandar Lampung. 7(1), 81–86.