

PENGARUH VARIASI RASIO KOMPRESI PISTON TERHADAP KINERJA MESIN DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR SUZUKI SATRIA F 150 INJEKSI

Irdzal¹⁾, Willem Marthinus Eric Wattimena²⁾, Sefnath J Etwan Sarwuna³⁾

¹⁾S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: afridzal59@gmail.com,

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: wmewattimena273@gmail.com,

³⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: etwansarwuna19@gmail.com,

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio kompresi piston terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang pada sepeda motor Suzuki Satria F150 Injeksi. Variasi rasio kompresi yang digunakan adalah 10:1, 11,5:1 (standar), dan 12:1. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan alat dynamometer (dyno test) untuk mengukur daya dan torsi, serta gas analyzer untuk mengukur emisi gas buang berupa karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan rasio kompresi meningkatkan daya maksimum mesin, dimana rasio 12:1 menghasilkan daya tertinggi sekitar 16 HP pada putaran tinggi. Sementara itu, rasio 11,5:1 memberikan karakteristik torsi yang stabil, dan rasio 10:1 unggul pada akselerasi awal. Dari sisi emisi, peningkatan rasio kompresi mampu menurunkan kadar CO dan HC akibat pembakaran yang lebih sempurna. Dengan demikian, rasio kompresi 12:1 direkomendasikan untuk performa tinggi, sedangkan rasio 10:1 lebih cocok untuk kebutuhan akselerasi awal.

Kata kunci : Rasio kompresi, Piston, Daya, Torsi, Emisi gas buang

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif mendorong peningkatan performa kendaraan, khususnya sepeda motor yang menjadi alat transportasi utama di Indonesia. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kinerja mesin adalah rasio kompresi. Rasio kompresi merupakan perbandingan antara volume total silinder saat piston berada di titik mati bawah dengan volume ruang bakar saat piston berada di titik mati atas. Peningkatan rasio kompresi diketahui dapat meningkatkan efisiensi termal dan daya mesin, namun juga berpotensi mempengaruhi emisi gas buang. Emisi seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) merupakan hasil pembakaran tidak sempurna yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan.

Sepeda motor Suzuki Satria F150 Injeksi dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki performa tinggi serta banyak digunakan dalam modifikasi mesin, khususnya pada perubahan rasio kompresi piston. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio kompresi terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio kompresi piston terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang. Metode eksperimen dilakukan dengan memvariasikan rasio kompresi piston sebagai variabel bebas, yaitu 10:1, 11,5:1 (standar), dan 12:1, kemudian mengamati

pengaruhnya terhadap variabel terikat berupa daya, torsi, serta emisi gas buang (CO dan HC). Penelitian dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi terkontrol.

A. Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas pada penelitian : Variasi rasio kompresi piston 10:1, 11,5:1, 12:1
- b. Variabel Terikat padapenelitian ini Torsi, Daya, Emisi gas buang

B. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio kompresi piston terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang.

a. Prosedur Penelitian

Sebelum dilakukannya pengujian, peralatan dan komponen yang diuji harus di periksa agar dapat beroperasi dengan optimal. Hal-hal yang harus diperhatikan yaitu:

- 1) Siapkan Suzuki Satria F150 dalam kondisi standar pabrik, Piston dengan variasi Kompresi, Bahan Bakar dan alat Dyno Test
- 2) Kondisi mesin dalam keadaan prima (servis rutin, penggantian oli, dan pengecekan komponen).

b. Teknik Analisi Data

Data dianalisis menggunakan:

- 1) Analisis deskriptif, untuk menggambarkan hasil pengujian daya, torsi, dan emisi
- 2) Analisis komparatif, untuk membandingkan hasil antar variasi rasio kompresi

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik guna melihat hubungan antara rasio kompresi dengan kinerja mesin serta emisi gas buang.

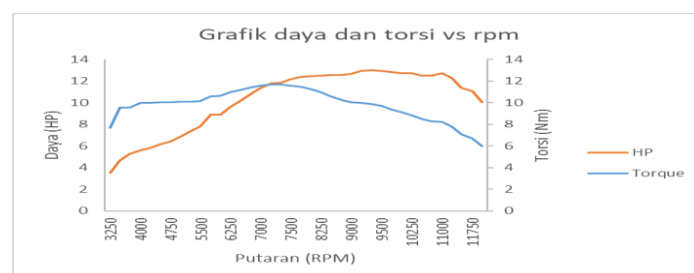
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan temuan utama hasil pengujian eksperimental pengaruh variasi rasio kompresi piston (10:1, 11,5:1, dan 12:1) terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang sepeda motor Suzuki Satria F150 Injeksi. Pengujian dilakukan di Laboratorium Otomotif Teknik Mesin Universitas Pattimura menggunakan dynamometer (dyno test) untuk mengukur daya dan torsi, serta gas analyzer untuk mengukur kadar emisi CO dan HC. Data disajikan dalam bentuk tabel dan analisis grafik secara deskriptif komparatif.

Tabel 1. Ringkasan Daya dan Torsi Maksimum pada Setiap Variasi Rasio Kompresi Piston

Rasio Kompresi	Torsi Maks. (Nm)	RPM Torsi Maks.	Daya Maks. (HP)	RPM Daya Maks.
10:1	10,13	8.250	13,31	9.966
11,5:1 (Standar)	11,66	7.221 – 7.250	12,98	9.388
12:1	11,54	9.164	15,90	11.175

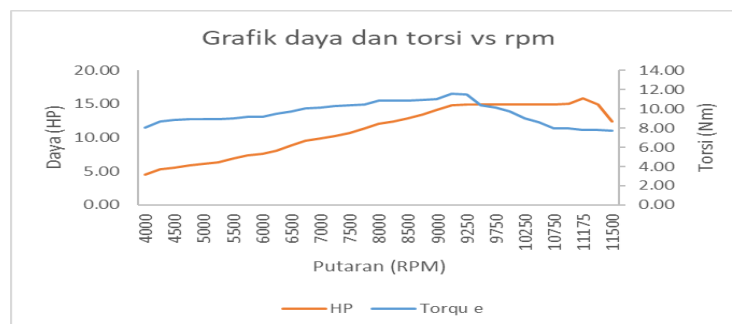
A. Daya dan Torsi pada Rasio Kompresi 11,5:1



Gambar 1 : Grafik daya dan Torsi pada RC Piston 11,5:1

Piston standar dengan rasio kompresi 11,5:1 menghasilkan torsi maksimum sebesar 11,66 Nm pada kisaran 7.221–7.250 rpm, sementara daya puncak mencapai 12,98 HP pada 9.388 rpm. Grafik karakteristik (Gambar 4.20 dalam skripsi) menunjukkan bahwa torsi meningkat dengan cepat mulai 3.250 rpm, mencapai nilai tertinggi pada putaran menengah (7.000–7.500 rpm), kemudian turun secara bertahap. Daya meningkat lebih stabil, mencapai puncak di rentang 9.000–9.500 rpm sebelum mengalami penurunan di atas 11.500 rpm. Pola ini mencerminkan karakteristik umum mesin bensin 4 langkah, yaitu torsi dominan di putaran menengah sedangkan daya puncak dicapai di putaran tinggi. Rasio kompresi standar ini memberikan keseimbangan yang baik antara torsi pada putaran menengah dan daya pada putaran tinggi, sehingga cocok untuk penggunaan harian.

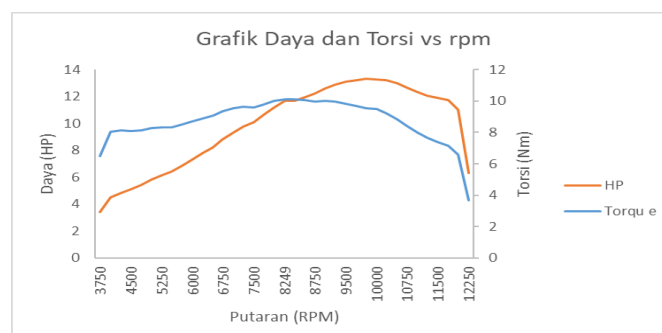
B. Daya dan Torsi pada Rasio Kompresi 12:1



Gambar 2 : Grafik hasil Perhitungan daya dan Torsi pada RC Piston 12:1

Piston dengan rasio kompresi 12:1 menghasilkan daya tertinggi di antara ketiga variasi, yakni mencapai 15,90 HP pada 11.175 rpm. Torsi maksimum sebesar 11,54 Nm dicapai pada 9.164 rpm — lebih tinggi dibandingkan RPM puncak torsi pada rasio 11,5:1. Pada putaran rendah (4.000–6.500 rpm), torsi berada di kisaran 8–10 Nm dan cenderung stabil dengan peningkatan bertahap. Grafik daya pada rasio kompresi 12:1 menunjukkan tren peningkatan yang lebih dominan dan berkelanjutan. Pada rentang 9.000–11.175 rpm, kurva daya cenderung konstan di sekitar nilai puncaknya, yang merupakan fenomena normal pada mesin pembakaran dalam ketika batas efisiensi operasional telah tercapai. Kondisi ini menunjukkan bahwa mesin dengan rasio kompresi 12:1 lebih optimal pada putaran mesin tinggi dan cocok untuk penggunaan yang mengutamakan kecepatan dan tenaga maksimum.

C. Daya dan Torsi pada Rasio Kompresi 10:1



Gambar 3: Grafik hasil Perhitungan daya dan Torsi pada RC Piston 10:1

Piston dengan rasio kompresi 10:1 menghasilkan torsi maksimum 10,13 Nm pada 8.249–8.250 rpm dan daya puncak 13,31 HP pada 9.966 rpm. Karakteristik yang menonjol adalah torsi yang sudah mencapai nilai cukup tinggi (7–8 Nm) sejak putaran rendah (3.750–6.000 rpm).

rpm) dan cenderung stabil. Hal ini menunjukkan bahwa rasio kompresi 10:1 menghasilkan akselerasi awal yang lebih responsif dibandingkan rasio 12:1. Daya mesin pada rasio 10:1 meningkat secara konsisten hingga mencapai puncak di kisaran 9.500–10.000 rpm, kemudian menurun perlahan hingga 12.000 rpm akibat keterbatasan efisiensi pembakaran dan suplai bahan bakar. Secara keseluruhan, konfigurasi rasio kompresi 10:1 menghasilkan karakteristik mesin dengan torsi kuat di putaran rendah–menengah dan daya yang stabil di putaran menengah–tinggi.

Perbandingan Karakteristik Daya dan Torsi Ketiga Variasi RC

Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Daya dan Torsi Berdasarkan Hasil Pengujian Dyno Test

Aspek	RC 10:1	RC 11,5:1 (Standar)	RC 12:1
Karakter Torsi	Kuat di putaran rendah–menengah	Seimbang di putaran menengah	Meningkat bertahap, puncak di putaran tinggi
Karakter Daya	Stabil di 9.500–10.000 rpm	Puncak di 9.000–9.500 rpm	Puncak di 11.000–11.175 rpm
Daya Maks. (HP)	13,31 HP	12,98 HP	15,90 HP
Torsi Maks. (Nm)	10,13 Nm	11,66 Nm	11,54 Nm
Keunggulan	Akselerasi awal responsif	Performa seimbang & stabil	Daya puncak tertinggi

Berdasarkan data hasil pengujian, peningkatan rasio kompresi dari 10:1 ke 12:1 secara umum meningkatkan daya puncak mesin. Rasio kompresi 12:1 menghasilkan daya tertinggi (15,90 HP), diikuti oleh 10:1 (13,31 HP), dan 11,5:1 (12,98 HP). Hal ini sesuai dengan teori bahwa rasio kompresi lebih tinggi meningkatkan tekanan dan suhu di ruang bakar, sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan tenaga yang lebih besar (Pulkrabek, 1997). Di sisi lain, torsi maksimum justru tertinggi pada rasio 11,5:1 (11,66 Nm) dibandingkan 12:1 (11,54 Nm) maupun 10:1 (10,13 Nm), menunjukkan bahwa rasio standar memberikan keseimbangan torsi terbaik.

D. Emisi Gas Buang (CO dan HC)

Pengujian emisi gas buang dilakukan menggunakan gas analyzer pada tiga kondisi putaran mesin, yaitu 1.500 rpm, 3.000 rpm, dan 5.000 rpm. Parameter yang diukur adalah kadar karbon monoksida (CO) dalam satuan persen (%) dan hidrokarbon (HC) dalam satuan ppm (parts per million). Tabel 3 dan Tabel 4 menyajikan hasil pengukuran emisi CO dan HC pada masing-masing variasi rasio kompresi.

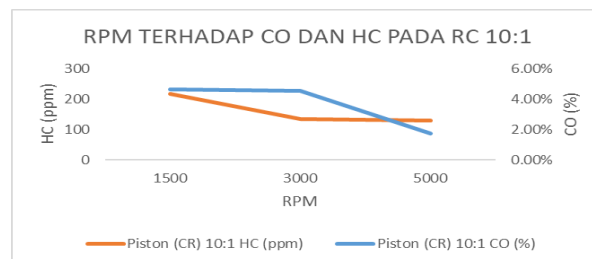
Tabel 3. Hasil Pengujian Emisi Gas CO pada Setiap Variasi Rasio Kompresi

Putaran (rpm)	CR 10:1 CO (%)	CR 11,5:1 CO (%)	CR 12:1 CO (%)
1.500	4,62	4,02	4,09
3.000	4,55	2,84	2,74
5.000	1,76	1,02	1,02

Tabel 4. Hasil Pengujian Emisi Gas HC pada Setiap Variasi Rasio Kompresi

Putaran (rpm)	CR 10:1 HC (ppm)	CR 11,5:1 HC (ppm)	CR 12:1 HC (ppm)
1.500	217	69	51
3.000	134	15	14
5.000	130	16	17

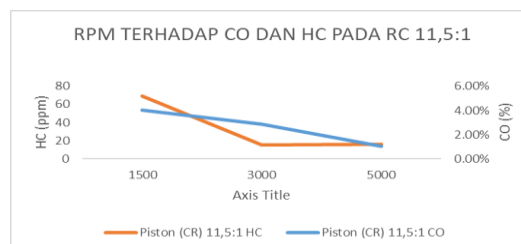
E. Emisi Gas Buang pada Rasio Kompresi 10:1



Gambar 4 : RC Piston 10:1 terhadap CO dan HC

Pada rasio kompresi 10:1, kadar HC awalnya mencapai 217 ppm pada 1.500 rpm, kemudian menurun menjadi sekitar 134 ppm pada 3.000 rpm, dan relatif stabil pada 130 ppm di 5.000 rpm. Sementara itu, kadar CO menunjukkan penurunan signifikan dari 4,62% pada 1.500 rpm menjadi 4,55% pada 3.000 rpm, dan turun drastis menjadi 1,76% pada 5.000 rpm. Penurunan emisi seiring bertambahnya putaran mesin mengindikasikan bahwa pembakaran menjadi lebih sempurna pada putaran tinggi. Namun demikian, nilai HC sebesar 217 ppm pada putaran rendah merupakan yang tertinggi di antara ketiga variasi, menunjukkan bahwa rasio kompresi 10:1 menghasilkan pembakaran kurang sempurna — terutama pada putaran rendah — akibat tekanan dan suhu kompresi yang relatif lebih rendah.

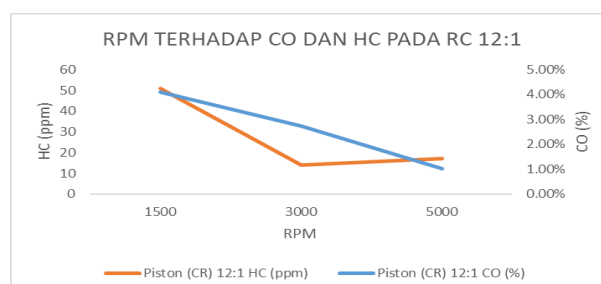
F. Emisi Gas Buang pada Rasio Kompresi 11,5:1



Gambar 5 : RC Piston 11,5:1 terhadap HC dan CO

Rasio kompresi standar 11,5:1 menghasilkan kadar HC sebesar 69 ppm pada 1.500 rpm, turun signifikan menjadi 15 ppm pada 3.000 rpm, dan relatif stabil pada 16 ppm di 5.000 rpm. Kadar CO menurun dari 4,02% pada 1.500 rpm menjadi 2,84% pada 3.000 rpm, dan terus turun ke 1,02% pada 5.000 rpm. Dibandingkan dengan rasio 10:1, piston standar 11,5:1 menghasilkan emisi HC yang jauh lebih rendah (69 ppm vs. 217 ppm pada 1.500 rpm). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan rasio kompresi dari 10:1 ke 11,5:1 secara signifikan meningkatkan efisiensi pembakaran sehingga residu hidrokarbon yang tidak terbakar berkurang drastis.

G. Emisi Gas Buang pada Rasio Kompresi 12:1



Gambar 6 : RC Piston 12:1 terhadap HC dan CO

Rasio kompresi 12:1 menghasilkan emisi HC terendah pada 1.500 rpm (51 ppm), kemudian turun menjadi 14 ppm pada 3.000 rpm, dan sedikit meningkat menjadi 17 ppm pada 5.000 rpm. Kadar CO menurun dari 4,09% pada 1.500 rpm menjadi 2,74% pada 3.000 rpm, dan turun ke 1,02% pada 5.000 rpm — setara dengan rasio 11,5:1. Menariknya, kadar CO pada 1.500 rpm untuk rasio 12:1 (4,09%) sedikit lebih tinggi dibandingkan rasio 11,5:1 (4,02%), namun pada 3.000 dan 5.000 rpm nilainya lebih rendah atau setara. Kondisi ini dapat dikaitkan dengan karakteristik mesin pada putaran sangat rendah di mana campuran udara-bahan bakar belum terbakar secara optimal meski rasio kompresinya tinggi. Secara keseluruhan, rasio 12:1 menghasilkan emisi HC paling rendah dan emisi CO yang kompetitif.

Tabel 5. Ringkasan Emisi Maksimum pada Setiap Variasi Rasio Kompresi (pada 1.500 rpm)

Rasio Kompresi	CO maks. (%)	HC maks. (ppm)	Keterangan
10:1	4,62	217	Emisi tertinggi
11,5:1 (Standar)	4,02	69	Emisi menengah
12:1	4,09	51	Emisi HC terendah

Tabel 5 memperlihatkan bahwa emisi CO tertinggi terjadi pada rasio kompresi 10:1 (4,62%), sementara emisi HC tertinggi juga pada 10:1 (217 ppm). Sebaliknya, emisi HC terendah dihasilkan oleh rasio 12:1 (51 ppm pada 1.500 rpm), sedangkan emisi CO terendah pada 1.500 rpm terdapat pada rasio 11,5:1 (4,02%). Temuan ini konsisten dengan teori bahwa rasio kompresi tinggi meningkatkan suhu dan tekanan pembakaran sehingga mendukung pembakaran yang lebih sempurna dan mengurangi residu HC dan CO (Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Emisi Gas Buang, Bab II).

H. Pembahasan: Pengaruh Variasi Rasio Kompresi terhadap Kinerja dan Emisi

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan rasio kompresi dengan peningkatan daya mesin. Rasio kompresi 12:1 menghasilkan daya puncak tertinggi (15,90 HP) dibandingkan 11,5:1 (12,98 HP) dan 10:1 (13,31 HP). Peningkatan rasio kompresi memperbesar tekanan efektif rata-rata (mean effective pressure) di dalam silinder, yang secara langsung meningkatkan kerja yang dihasilkan per siklus dan menaikkan daya keluaran mesin. Namun demikian, hubungan antara rasio kompresi dan torsi tidak selalu linier. Rasio kompresi standar 11,5:1 justru menghasilkan torsi maksimum tertinggi (11,66 Nm) di antara ketiga variasi. Hal ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa torsi mesin sangat dipengaruhi oleh distribusi tekanan terhadap putaran, dan rasio 11,5:1 memberikan karakteristik kurva torsi yang lebih merata di seluruh rentang putaran dibandingkan rasio 12:1 yang lebih optimal di putaran tinggi saja.

Dari sisi emisi gas buang, peningkatan rasio kompresi secara konsisten menurunkan kadar HC. Kadar HC pada 1.500 rpm turun dari 217 ppm (10:1) menjadi 69 ppm (11,5:1) dan 51 ppm (12:1), mengindikasikan perbaikan kualitas pembakaran yang signifikan. Pembakaran yang lebih sempurna pada rasio kompresi tinggi disebabkan oleh tekanan dan suhu kompresi yang lebih tinggi, memastikan lebih banyak molekul bahan bakar teroksidasi sempurna menjadi CO₂ dan H₂O daripada tersisa sebagai HC tidak terbakar. Untuk emisi CO, pola penurunan dengan meningkatnya putaran mesin terlihat pada semua variasi. Pada 5.000 rpm, rasio 11,5:1 dan 12:1 menghasilkan CO yang sama rendahnya (1,02%), dibandingkan rasio 10:1 (1,76%). Perbedaan yang lebih nyata muncul pada putaran rendah-menengah, di mana rasio kompresi lebih tinggi memberikan keunggulan emisi yang lebih jelas.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Simanungkalit (2013) yang menyatakan bahwa modifikasi rasio kompresi berpengaruh positif terhadap performa mesin, serta Muku (2009) yang menunjukkan bahwa rasio kompresi tinggi meningkatkan

unjuk kerja mesin. Pemilihan rasio kompresi 12:1 disarankan untuk penggunaan yang mengutamakan daya dan efisiensi pembakaran (ramah lingkungan), sementara rasio standar 11,5:1 tetap menjadi pilihan terbaik untuk penggunaan harian karena keseimbangan torsi dan daya yang lebih merata.

4. SIMPULAN

Variasi rasio kompresi piston berpengaruh signifikan terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang. Rasio kompresi 12:1 menghasilkan daya tertinggi dan emisi CO serta HC terendah, menunjukkan pembakaran yang lebih efisien. Rasio 11,5:1 memberikan torsi yang lebih stabil pada putaran menengah, sedangkan rasio 10:1 lebih baik pada akselerasi awal. Dengan demikian, rasio kompresi 12:1 merupakan konfigurasi paling optimal untuk performa tinggi dan emisi lebih rendah, dengan catatan menggunakan bahan bakar beroktan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko Winarto, H. b. (2013). PENGARUH BAHAN BAKAR PREMIUM, PERTAMAX PERTAMAX PLUS DAN VARIASI RASIO KOMPRESI TERHADAP KADAR EMISI GAS BUANG CO DAN HC PADA SUZUKI SHOGUN FL 125 SP TAHUN 2007. *JIPTEK*.
- Gusnadi, W. T. (2024). "PENGUNAAN KARBON TERAKTIVASI DARI TANAH GAMBUT SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN PERFORMA MESIN. *JTAM ROTARY 7.1*.
- Lumbanbatu, F. (2020). Analisis Penggunaan Knalpot Berbahan Komposit Untuk Mengurangi Tingkat Kebisingan Pada Motor Suzuki Satria. " *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY 4.2* .
- Muku, I. D. (2009). "Pengaruh rasio kompresi terhadap unjuk kerja mesin empat langkah menggunakan arak bali sebagai bahan bakar. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M*, .
- Pratomo, D. Y. (2023). "Kinerja Motor Scooter Matic Injeksi 113, 7 cc Menggunakan Bahan Bakar Campuran Peralite dan Minyak Pirolisis Limbah Plastik HDPE. " *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan 7.3* .
- Pratomo, D. Y. (2023). "Kinerja Motor Scooter Matic Injeksi 113, 7 cc Menggunakan Bahan Bakar Campuran Peralite dan Minyak Pirolisis Limbah Plastik HDPE. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan 7.3* .
- Rahmat, B. M. (2023). peforma mesin slinder tunggal dengan variasi kompresi dan bahan bakar. *jurnal teknologi dan manajemen*.
- Ramadhani, S. (2019). Analisa perhitungan pembakaran pada motor diesel empat langkah. *Jurnal Laminar 1.1* .
- Robertus Simanungkalit, T. B. (2013). PERFORMANSI MESIN SEPEDA MOTOR SATU SLINDER BERBAHAN BAKAR PREMIUM DAN PERTAMAX PLUS DENGAN MODIFIKASI RASIO KOMPRESI. *E- Dinamis*.
- Sarsetiyanto, J. e. (2019). Studi Eksperimen Pengaruh Pola Injeksi Bahan Bakar Terhadap Kinerja dan Emisi Gas Buang Motor 4 Langkah 1 Silinder Menggunakan Bahan Bakar Etanol E100. *Prosiding SENIATI 5.2* .
- Simanungkalit, R. a. (2013). "Performansi Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Berbahan Bakar Premium dan Pertamina Plus dengan Modifikasi Rasio Kompresi." . *Jurnal E-Dinamis 6.1* .
- Tiardi, Y. S. (2021). "Pengaruh Hydrocarbon Crack System Dengan Variasi Jenis Busi Terhadap Peforma Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Tak 150 CC. *Journal of Vocational Education and Automotive Technology 3.2* .
- Usriadi, U. (2022). Analisis Peforma Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Honda Tiger 2006 Menggunakan Piston Standar Dan Piston Pro Neotech. . *Diss. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT*.