

## Pengaruh Modifikasi Knalpot Terhadap Performa dan Suhu Mesin Pada Sepeda Motor Satria F150

Ahmad Saepuddin<sup>1✉</sup>, Bella Cornelia Tjiptady<sup>2</sup>, Candra Pradhana<sup>3</sup>, Mojibur Rohman<sup>4</sup>, Ratna Fajarwati Meditama<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Prodi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat, Malang

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel

Diserahkan : 29-11-2022

Direvisi : 22-12-2022

Diterima : 06-01-2023

### Kata Kunci:

*Dyno Test, Performa Mesin, Knalpot, Tekanan Balik.*

### Keywords :

*Test Dyno, Engine Performance, Exhaust, Back Pressure.*

### Corresponding Author :

Ahmad Saepuddin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Raden Rahmat, Malang  
Alamat Jl. Mojosari No 02 Kepanjen Malang

Email: [ahmad.saefuddin@uniramalang.ac.id](mailto:ahmad.saefuddin@uniramalang.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh perubahan gas buang terhadap performa dan suhu mesin pada sepeda motor dengan fokus pada merek Satria F 150. Dalam penelitian ini kami mengkaji beberapa pengaruh akibat perubahan aliran gas buang pada knalpot standar. Efek yang ingin Anda lihat adalah suhu, tekanan balik, torsi, dan tenaga mesin. Masing-masing efek ini dapat dilihat dengan tes dyno. Tenaga maksimum knalpot standar adalah 15,5 hp. pada 9027 rpm dan torsi maksimum mesin adalah 13,0 Nm pada 7974 rpm. Sementara itu, tenaga maksimal knalpot modifikasi tersebut adalah 15,3 hp. Pada 9119 rpm dan torsi maksimum mesin adalah 13,2 Nm pada 7182 rpm. Jadi tenaga atau performa knalpot racing lebih tinggi di 3000-7000rpm, sedangkan standar lebih rendah di 3000-7000rpm tapi lebih tinggi di 8000rpm. Data asupan menunjukkan sedikit torsi awal dan tenaga dengan knalpot balap dan knalpot stok, tetapi saat menggunakan knalpot yang dimodifikasi pada rpm rendah dan tinggi, ini menghasilkan lebih banyak tenaga dan torsi daripada knalpot stok, memberikan manfaat torsi dan torsi yang lebih efisien pada mesin. kekuasaan. Karena knalpot standar mengalami penyumbatan pada sistem pembuangan akibat ukuran pipa knalpot yang lebih kecil.

### ABSTRACT

*This study discusses the effect of exhaust modification on engine performance on motorbikes with the Satria F 150 brand as the object of research because. In this research, we will look at some of the effects that occur from changes in exhaust gas flow in the standard exhaust. The effects you want to see are temperature, backpressure, torque and engine power. Each of these effects can be seen using the dyno test. The peak power in the standard exhaust is 15.5 HP at 9027 RPM and the maximum engine torque is 13.0 N.m at 7974 RPM. While the peak power in the modified exhaust is 15.3 HP at 9119 RPM and the maximum engine torque is 13.2 N.m rotated 7182 RPM. So the racing exhaust has a higher power at 3000 RPM to 7000 RPM while the standard is lower at 3000 RPM to 7000 RPM but higher at 8000 RPM. The results of fuel consumption data with racing exhausts and standard exhausts only get low torque and power at the initial pull, but when using a modified exhaust at low and high revolutions it produces more power and torque than standard exhausts making the engine more powerful by using the advantage of torque and power. Because the standard exhaust has an inhibition of the exhaust system from combustion because the exhaust pipe is smaller*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di revolusi yang sangat pesat pada saat ini sudah memiliki banyak manfaat dalam kemajuan dan perkembangan teknologi salah satunya adalah pada sepeda motor dimana pada saat ini sangat sering kita jumpai Sebagai alat transportasi dan paling efisien. Sepeda motor merupakan salah satu mesin konversi energi dimana mengubah energi kimia menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran. Agar sepeda motor dapat bekerja perlu bahan bakar dimana bahan bakar masuk ke dalam mesin kemudian terjadi proses peledakan pada ruang bakar sehingga mengeluarkan sisa hasil pembakaran melalui knalpot atau exhaust. Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kondisi motor saat balapan motor antara lain adalah faktor mesin, pembalap, dan seluruh elemen lainnya seperti knalpot. Karena itu diperlukan analisa tentang knalpot untuk meminimalisir kurangnya pengetahuan masyarakat tentang modifikasi knalpot terhadap pengaruh pada mesin.

Pada dasarnya knalpot berfungsi sebagai peredam getaran, karena naik turunnya piston di kepala silinder disalurkan ke rangka pada knalpot dan rangka sepeda motor, dimana sisa gas hasil pembakaran juga keluar dari ruang bakar. Knalpot Menurut Syaief dkk. (2014; 18-21) Ada dua jenis knalpot diantaranya: (1) ruang buang, struktur ruang buang dari knalpot biasa, jenis knalpot ini (Jama.dkk 2008) bagus pada kecepatan rendah; (2) Knalpot bebas aliran, desain knalpot aliran bebas bekerja dengan baik pada mesin RPM tinggi. Sistem pembuangan tipe degas lebih kompak dan memiliki turbulensi yang lebih pendek, oleh karena itu dikenal sebagai sistem pembuangan yang lebih halus (aliran bebas). Kajian sistem knalpot ini menggunakan dua jenis modifikasi knalpot sepeda motor untuk mengetahui pengaruhnya terhadap mesin. Saat menggunakan knalpot racing suara mesin sepeda motor lebih keras, dan konsumsi bahan bakar juga lebih boros atau meningkat 90% dengan knalpot racing dibandingkan dengan knalpot biasa(Syarifudin, 2016).

Sisa gas buang yang tersisa dalam silinder mempengaruhi campuran bahan bakar dengan udara baru pada saat langkah hisap Maleev (1989). Menurut Martinus (2012) tekanan balik adalah tekanan statik tambahan yang di sebabkan oleh knalpot pada mesin melalui hambatan pada aliran gas buang. Tekanan ini hanya dapat berpengaruh ketika katup buang terbuka dan terjadi ketika sebuah kondisi dimana kedua klep intake dan out berada dalam posisi sedikit terbuka pada akhir langkah buang hingga awal langkah hisap. Berfungsi untuk efisiensi kinerja dalam mesin pembakaran dalam (*overlapping*). Dalam penelitian Syarifudin (2016) Dimana konsumsi bahan bakar lebih boros atau meningkat 90% untuk yang menggunakan knalpot racing dibandingkan dengan knalpot standar. Pada pengujian knalpot racing didapatkan data pada 1000 Rpm konsumsi bahan bakarnya 75 ml selama 60 detik, jadi konsumsi bahan bakar untuk menggunakan knalpot racing lebih besar 90% di bandingkan dengan knalpot standar. Hal ini dikarenakan knalpot standar memiliki skat untuk menahan sisa pembakaran yang belum sempurna tetap berada di tabung silinder dan akan di bakar lagi untuk langkah usaha (Sefnath, 2017).

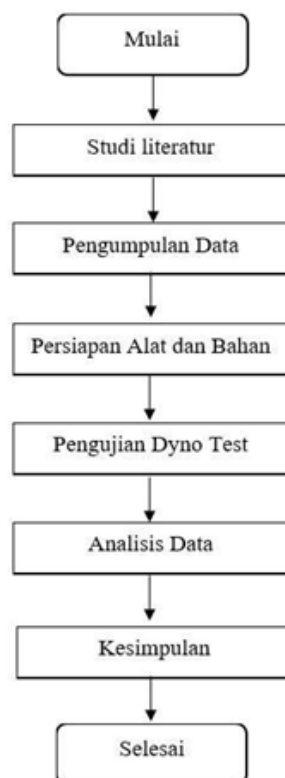
Pada penelitian Wesla Putra.dkk (2015) dimana hasil pengujian knalpot standar dan knalpot racing pada sepeda motor Bajaj Pulsar menunjukkan bahwa menggunakan knalpot standar dengan high back pressure (17,3 psi) dan menggunakan knalpot racing dengan low back pressure (14,33 psi). Penggunaan gas buang standar menghasilkan suhu gas buang yang tinggi yaitu 216,9 °C, sedangkan penggunaan gas buang racing menghasilkan suhu gas buang yang lebih tinggi (315,96). Menggunakan knalpot standar akan menghasilkan nada rendah (68.67db), sedangkan menggunakan knalpot racing akan menghasilkan nada tinggi (71.76db). Dari hasil perhitungan rata-rata ternyata persentase tingkat tekanan balik konstan gas buang pada kompetisi adalah 26,30%, saat pengukuran suhu 34,41, dan tingkat kebisingan 14,031.

Sengkey, dkk(2011; 119-126) menjelaskan efek negatif dari CO<sub>2</sub> sebagai berikut: Emisi karbondioksida dari kendaraan bermotor berdampak negatif bagi kesehatan manusia. Karbon monoksida merupakan polutan berupa gas beracun. Senyawa ini berikatan dengan hemoglobin (Hb) yang bertugas membawa oksigen segar ke seluruh tubuh, mencegah kemampuan Hb untuk

membawa oksigen ke seluruh tubuh. Penurunan oksigenasi di seluruh tubuh menyebabkan kekurangan dan bisa berakibat fatal jika tidak segera keluar. Pemilihan sepeda motor satria F 150 [8] dikarenakan mesin dan Performa Satria F 150 bermesin 150cc 4 tak DOHC 4 Valve Overbore dan didukung oleh 6 percepatan dan berpendingin udara. Dengan mesin seperti itu Satria Fu sanggup mengeluarkan tenaga 16 ps / 9500 RPM dan Torsi 12.8 NM /8500 RPM. dengan spek seperti ini sudah membuat FU powerfull dan membuat repot motor sport 150 cc yang lain. Akselerasi dan Top Speed F150 cepat naik dan top speed mencapai 125 km/jam dengan RPM di 9500 dengan estimasi top speed mencapai 11.000 RPM top speed 140 km/jam. Sepeda motor Satria F150 merupakan sepeda motor dengan desain mesin yang lebih kencang dibandingkan moped lainnya. Model dan bentuk sepeda motor yang hampir sama membuat produk ini menonjol dari sektor teknologi yang diusungnya. Mesinnya sudah menggunakan teknologi 4-tak DOHC 4-valve dengan perpindahan 125 cc berpendingin udara plus oil cooler, kompresi 10,2:1, karburator Mikuni BS 26, girboks 6-percepatan, roda kemudi kopling, kopling basah, aki basah-kering, starter manual, rem cakram ganda depan belakang, bobot total sepeda motor 105 kg, kapasitas tangki 4,5 l, menggunakan roda berdiameter dari 17" -70/90 depan, 17" -80/90 belakang, cast wheel dan 125 km/jam dalam kondisi mesin standar. Dalam penelitian ini proses pengujian di lakukan dengan menggunakan dyno test. Knalpot yang di gunakan adalah jenis knalpot standar dan knalpot racing yang sudah di modifikasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan dyno tester yang mampu menganalisa RPM, temperatur, horsepower dan torsi. Metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) merupakan metode penelitian yang menghasilkan analisis data, dimana analisis data menentukan karakteristik yang akan diuji, khususnya dalam meneliti pengaruh perubahan gas buang terhadap performa dan temperatur mesin pada sepeda motor Warrior sebagai obyek penelitian. Dalam penelitian ini kami mengkaji beberapa efek akibat perubahan aliran gas buang pada knalpot standar. Efek yang ingin dilihat adalah perubahan kebisingan, suhu, tekanan balik, torsi, dan tenaga mesin. Masing-masing efek ini dapat diamati dengan perangkat dan sistem tertentu.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## Alat dan Bahan

### 1. Motor bensin 4 langkah 150 cc

Dalam penelitian ini, mesin uji yang digunakan adalah motor bensin 4-langkah 150 cc dengan merek Suzuki F 150.

### 2. Dyno Test

Dyno test sebagai pengukur untuk mengetahui torsi maksimum dan tenaga yang dihasilkan mesin. Torsi sendiri merupakan kemampuan mesin untuk menggerakkan kendaraan dari posisi diam, torsi tersebut berkaitan dengan akselerasi. Performa dapat diartikan sebagai seberapa cepat kendaraan mencapai kecepatan tertentu. Bangku tes kinerja Amerika Sportdyno v3.3 digunakan sebagai mesin bangku tes. Mesin yang mendukung kinerja dyno antara lain puli, kipas, sistem pengaman, dan engine lock untuk mencegah getaran saat mesin diregangkan hingga batas maksimalnya pada dyno. Hasil tes kemudian ditampilkan di layar komputer.



Gambar 2. Dyno Test

### 3. Knalpot

Knalpot digunakan untuk pengujian terhadap karakteristik mesin. Dalam pengujian ini di gunakan 1 knalpot standar dan 1 knalpot racing.

No	Spesifikasi	Recing		Standar	
1	Panjang	100		85 cm	
2	Diameter manifold	D 1	36 cm	D 1	29 cm
		D 2	39 cm	D 2	43 cm
		D 3	43 cm	D 3	-
		D 4	48 cm	D 4	-
		D 5	51 cm	D 5	-
		D 6	52 cm	D 6	-

Gambar 3. Spesifikasi Knalpot Standar dan Racing

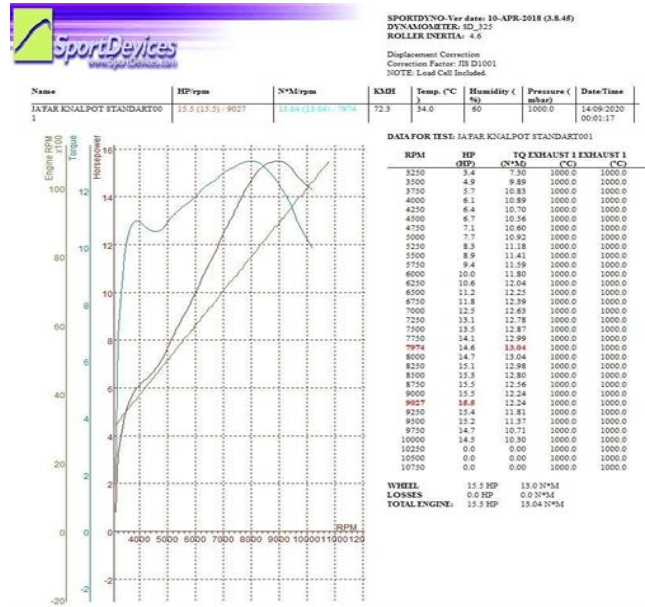
### 2.2 Pengujian Dyno Test

Proses dynotest (dyno dynamic) diperlukan untuk mendukung proses Tuning mesin. Naik-turunnya grafik Power, dan Torque Dengan pengaturan yang detail dan baik, performa mesin menjadi sangat optimal dan efisien, sekaligus aman.

Hasil pengujian memungkinkan untuk dapat memplot RPM vs. Tekanan, RPM vs. Temperatur, RPM vs. Aliran, dan RPM vs. Desibel untuk setiap jenis knalpot. Dari hasil grafik dan simulasi dapat ditarik suatu kesimpulan yang dapat menjelaskan apa yang sebenarnya terjadi pada gas buang dan dapat diketahui variasi gas buang mana yang optimal terhadap kebisingan dan performa mesin. Diharapkan juga untuk mengetahui batas tekanan balik yang optimal agar mesin tidak terlalu berisik dan memiliki performa mesin yang baik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

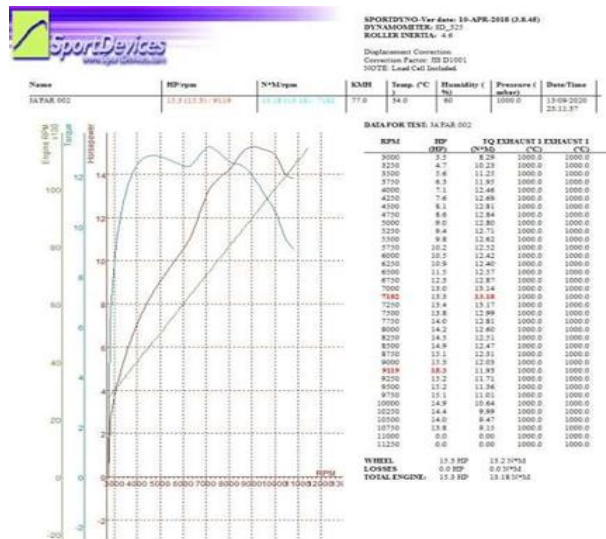
**3.1 Hasil Pengambilan Data Awal Dynotest**



Gambar 4. Hasil Pengambilan Data Awal Dyno Test

Berdasarkan hasil uji dyno knalpot standar, dua data pertama adalah tenaga, tenaga puncak knalpot standar adalah 15,5 hp. pada 9027 rpm dan torsi maksimum mesin adalah 13,0 Nm pada 7974 rpm.

**3.2 Hasil Pengambilan Data Dynotest Knalpot Modifikasi**



Gambar 5. Grafik Hasil Dynotest Pengambilan Data Modifikasi

Dari hasil data yang diperoleh dari dyno tes knalpot racing atau modifikasi sirkuit knalpot, dihasilkan dua data yaitu tenaga puncak knalpot yang dimodifikasi adalah 15,3 hp pada 9119 rpm dan torsi maksimum mesin adalah 13,2 Nm pada 7182 rpm.

### 3.3. Hasil dan Analisa Torsi

Torsi adalah kemampuan mesin untuk menggerakkan mesin dari posisi diam ke start. Sama halnya dengan tenaga mesin, torsi mesin tampak meningkat seiring bertambahnya putaran mesin Andi.dkk(2011). Hasil pengujian performa torsi sebelum dan sesudah pergantian knalpot ditunjukkan pada gambar analisis torsi hasil dyno sebagai berikut (B. C. Tjiptady, 2021; 10).

**Tabel 1. Torsi Standar dan Racing**

RPM	3000	4000	5000	6000	7000	8000
Standar (N.M)	5.34	10,65	10,60	11,47	12,27	12,70
Racing (N.M)	8,02	12,9	12,48	12.8	12,76	12,28

Dari hasil uji korelasi torsi antara 2 knalpot yaitu knalpot standar dan knalpot racing tersebut memiliki hubungan yang sangat kuat sehingga dapat di simpulkan bahwa penggantian di antara knalpot racing dan standar memiliki pengaruh yang kuat. Bisa dilihat dari grafik di bawah ini



**Gambar 6. Grafik Torsi Standar dan Racing**

Analisis Dyna tes terhadap data mentah dan modifikasi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada grafik ketika torsi maksimum knalpot standar lebih besar daripada knalpot balap (B. C. Tjiptady, 2020; 8).

Seperti terlihat pada grafik gambar 3.5, data standar menunjukkan bahwa pada putaran 4000 rpm torsi mencapai 10,65 N.m dan dari putaran maksimum 7000 rpm torsi mencapai 12,27 N.m. Data pergeseran pada 4000 rpm menunjukkan torsi mencapai 12,9 Nm, dan pada 8000 rpm menurun, torsi mencapai 12,28 Nm (B. Tjiptady, 2022; 8-12). Data yang dihasilkan menghasilkan selisih torsi maksimum sebesar 0,42 Nm. Singkatnya, knalpot racing memiliki torsi lebih tinggi pada rpm rendah dan knalpot standar memiliki torsi tinggi pada 8000 rpm karena modifikasi knalpot memiliki diameter pipa yang lebih besar dan saluran knalpot yang lebih baik serta hasil pembakaran meninggalkan ruang bakar secara merata.

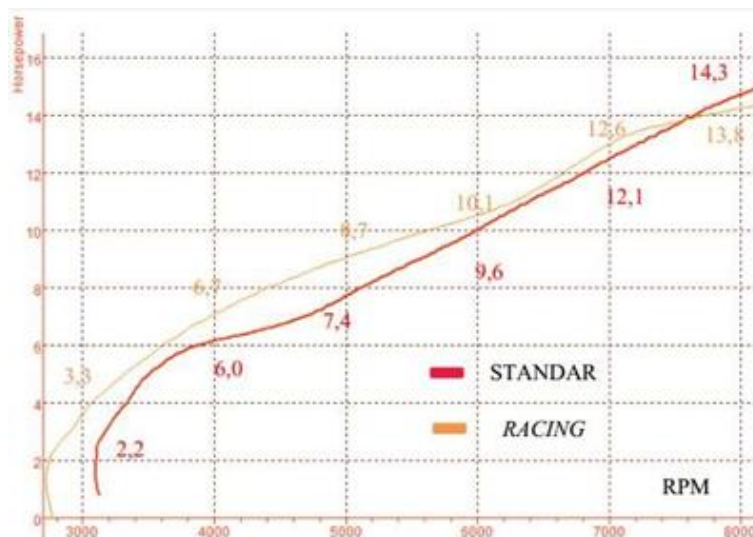
### 3.4 Hasil dan Analisa Daya

Kerja rata-rata diukur dengan tenaga yang dihasilkan (torsi poros engkol menggerakkan roda, tetapi itu hanya tenaga yang menggerakkan roda, tidak termasuk kecepatan roda. Daya adalah kecepatan yang menyebabkan kerja). Tenaga adalah kemampuan kendaraan untuk mencapai kecepatan tertentu. Hasil tes performa mesin sebelum dan sesudah modifikasi atau modifikasi sistem knalpot stok dan racing.

**Tabel 2. Analisis Daya Knalpot Standar dan Racing**

RPM	3000	4000	5000	6000	7000	8000
Standar (H.P)	2,2	6,0	7,4	9,6	12,1	14,3
Racing (H.P)	3,3	6,7	8,7	10,1	12,6	13,8

Dari gambar 3.4 terlihat bahwa analisis dyno data awal dan data modifikasi menunjukkan bahwa pada akhir modifikasi tenaga menurun pada putaran 8000 rpm yaitu 13,8 hp, dan meningkat dari 3000 rpm menjadi 7000 rpm dan mencapai 12,6 hp.



**Gambar 7. Grafik Analisis Daya Knalpot Standar dan Racing**

Seperti dapat dilihat pada grafik 3.4, dengan data standar pada 3000 rpm, tenaga sebesar 2,2 hp dan mulai pada putaran maksimum 8000 rpm, tenaga mencapai 14,3 hp. Sedangkan data shift di 3000rpm menunjukkan tenaga menjadi 3,3hp, mulai maksimal 7000rpm, torsi mencapai 12,6hp. Dari data yang dihasilkan, terlihat perbedaan tenaga terbesar adalah 0,5 hp. Singkatnya, knalpot balap lebih tinggi di 3000-7000 rpm sedangkan standarnya lebih rendah di 3000-7000 rpm tetapi lebih tinggi di 8000 rpm karena ubahan di knalpot membuat ruang bakar bisa terbakar lebih merata..

### 3.5 Hasil Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar



**Gambar 8. Grafik Konsumsi Bahan Bakar**

Dari grafik konsumsi bahan bakar 3.5 di atas, dengan menggunakan knalpot biasa, konsumsi bahan bakar dapat menempuh jarak 35km dengan kecepatan 50km/jam, dan hanya 37km dengan kecepatan 70km/jam sedangkan menggunakan knalpot modifikasi dengan konsumsi bahan bakar sebesar 1 liter dapat menempuh jarak 33 km dengan kecepatan 50 km/jam dan 34 km dengan kecepatan 70 km/jam. Data intake dilengkapi dengan knalpot modifikasi dan perubahan diameter pipa lebih lebar dari diameter pipa standar, karena pada rpm rendah dan tinggi menggunakan knalpot standar membawa sedikit torsi dan tenaga pada tarikan awal, tetapi saat menggunakan knalpot modifikasi, rendah dan rpm tinggi mesin menghasilkan lebih banyak tenaga dan torsi daripada knalpot standar, memungkinkan mesin mendapatkan keuntungan dari torsi dan tenaga yang lebih efisien.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis pengujian pengaruh perubahan emisi terhadap tenaga mesin dan temperatur mesin pada sepeda motor Satria F 150 dengan menggunakan dyno tester, diperoleh hasil penelitian sebagai berikut: 1) tenaga maksimal dari knalpot yang disalurkan sebesar 15,5 hp pada 9027 rpm dan torsi maksimal mesin sebesar 13,0 Nm pada 7974 rpm. Sementara itu, tenaga maksimal knalpot modifikasi tersebut adalah 15,3 hp. pada 9119 rpm dan torsi maksimum mesin adalah 13,2 Nm pada 7182 rpm. Jadi tenaga atau performa knalpot racing lebih tinggi di 3000-7000rpm, sedangkan standar lebih rendah di 3000-7000rpm tapi lebih tinggi di 8000rpm; dan 2) Data konsumsi menunjukkan torsi dan tenaga awal yang rendah dengan knalpot balap dan knalpot stok, tetapi saat menggunakan knalpot modifikasi pada rpm rendah dan tinggi, menghasilkan tenaga dan torsi lebih besar daripada knalpot stok, membuat mesin lebih efisien dengan keunggulan torsi dan tenaga.

### Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan antara lain: 1). Perlu diadakan penelitian dengan merubah variasi dari perbandingan bahan bakar dan udara di karburator agar dapat memaksimalkan power yang diinginkan; 2) kepada masyarakat disarankan agar mengetahui perbedaan menggunakan knalpot racing pada kendaraan yang dipakai supaya dapat memberikan kenyamanan berkendara.



**REFERENSI**

- Julius, Jama & Wagino. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 1 SMK. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Martinus. 2012. Efek Perubahan Aliran Gas Buang Dalam Knalpot Untuk Ditetapkan Pada Mesin Kapal klotok 10 HP. *Skripsi. Universitas Indonesia*. Depok.
- Mulyono, Widyatmoko, 2016, Pengaruh Perubahan Katup Dan Silinder Terhadap Performa Satria Fu. *Skripsi. Pendidikan Teknik Otomotif, FKIP, Universitas Muhammadiyah Purworejo*.
- Putra, W., Maksun, H., & Fernandez, D. (2015). Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dan Racing terhadap Tekanan Balik, Suhu dan Bunyi pada Sepeda Motor 4 Tak. *Automotive Engineering Education Journals*, 4(2).
- Sanata, A. (2011). Pengaruh Diameter Pipa Saluran Gas Buang Tipe Straight Throw Muffler Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah. *Rotor*, 4(1), 32-39.
- Sefnath, 2017. Kajian Simulasi Pengaruh Tekanan Balik Gas Buang Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor Empat Langkah 135cc. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ* Vol. 7 No. 3
- Sengkey, S. L., Jansen, F., & Wallah, S. E. (2011). Tingkat pencemaran udara CO akibat lalu lintas dengan model prediksi polusi udara skala mikro. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2).
- Syaief, A. N., Norsujianto, T., Maulana, R. R., & Maknunah, S. (2015). Pengaruh Exhaust Manifold Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Suzuki Smash Tahun 2007. *ELEMEN: Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 18-21.
- Syarifudin, 2016. Pengaruh Penggunaan Knalpot Standart Dengan Racing Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Mio Gt Soul Tahun 2012. *Skripsi. Politeknik Harapan Bersama Jalan Mataram No.9 Kota Tegal*.
- Tjiptady, B. C., Rahman, R. Z., Meditama, R. F., & Widayana, G. (2021). Jig and Fixture Redesign for Making Reamer on Head Cylinder. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 9(1), 32-41.
- Tjiptady, B. C., Rohman, M., Sudjimat, D. A., & Ratnawati, D. (2020). Analisis tegangan, deformasi, dan retak pada gas turbine blade dengan metode elemen hingga. *Jurnal Taman Vokasi*, 8(2), 47-54.
- Tjiptady, B., Rahman, R. Z., Fitriani, I. M., & Putra, A. D. (2022). Maintenance Milling Machine Universal Menggunakan Smartphone Berbasis QR-Code. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 1(1), 8-12.