

DESAIN SISTEM EXHAUST TOYOTA KIJANG INNOVA UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA

Joshua Kuntandi¹⁾, Sutrisno²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : m24412032@john.petra.ac.id¹⁾, tengsutrisno@petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan performa Toyota Kijang Innova Bensin dengan cara melakukan modifikasi pada bagian exhaust. Bagian yang dimodifikasi meliputi header menggunakan konfigurasi 4-1, kolektor, dan resonator. Dengan mendesain exhaust manifold dan kolektor yang lebih baik akan memperlancar aliran gas buang dari mesin. Sehingga mampu membuat performa mesin mobil menjadi lebih baik daripada sebelumnya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mendesain header 4-1 dengan program Solidwork. Kemudian hasil desain tersebut dilakukan simulasi aliran untuk mendapatkan nilai *pressure drop* di tiap pipa silinder. Memodifikasi kolektor dengan menambahkan spike sehingga aliran udara lebih terarah. Mendesain resonator dengan diameter disesuaikan dengan diameter pipa tailpipe. Pengujian dilakukan dengan dynotest untuk mengetahui daya dan torsi mesin. Selain itu pengujian dilakukan dengan uji jalan untuk mengetahui besarnya konsumsi bahan bakar.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan daya sebesar 3.8% dan torsi sebesar 3.9%. Hasil uji konsumsi bahan bakar menunjukkan konsumsi lebih irit 0.3km/l dibandingkan kondisi standar.

Kata kunci: Toyota Kijang Innova, Saluran Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar, makalah, jurnal *mechanova*, teknik mesin.

1. Pendahuluan

Mobil merupakan alat transportasi yang paling sering digunakan oleh banyak orang terutama di Indonesia. Di Indonesia, pasar yang paling besar adalah kendaraan yang mampu memuat banyak orang yaitu tipe Multi Purpose Vehicle (MPV). Salah satu contoh mobil MPV yang paling laku di Indonesia adalah Toyota Kijang Innova. Namun bila dibandingkan dengan rivalnya seperti Nissan Serena dan Mazda Biante, performa Kijang Innova adalah yang terburuk. Oleh karena itu banyak modifikator yang melakukan modifikasi ringan di bagian *intake* dan *exhaust*.

Performa mesin kendaraan berkaitan erat dengan karakteristik dari *intake*, desain *exhaust*, sistem pendingin, sistem bahan bakar, dan pelumasan (Hassan dkk)^[9]. Menurut Markez^[13], *exhaust* merupakan bagian yang tidak memiliki bagian bergerak atau elektronik. Namun dengan desain *exhaust* yang baik, dapat meningkatkan daya dari mesin

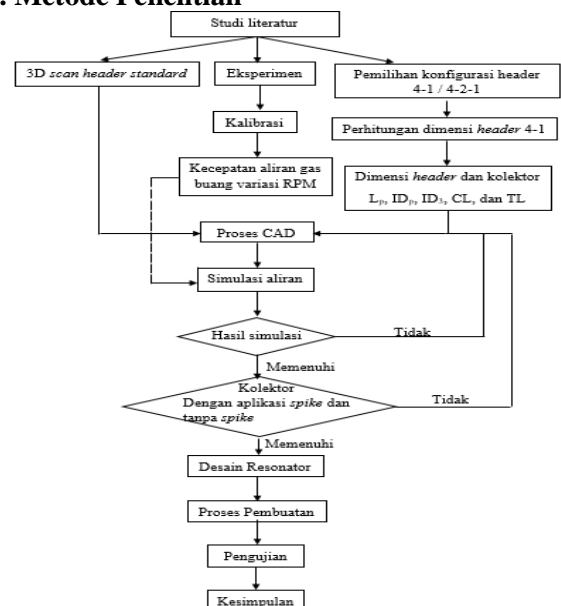
Intake dan *exhaust* merupakan modifikasi *minor* karena kedua bagian ini dapat dikembalikan ke kondisi standar dengan mudah. Pada penelitian ini dikhususkan pada modifikasi bagian *exhaust*.

Performa mesin ITR-FE yang memiliki kapasitas silinder 2000cc pada Toyota Kijang Innova kurang bertenaga bila dibandingkan dengan rival - rivalnya. Sehingga perlu dilakukan desain ulang pada saluran gas buang. Oleh karena itu penelitian ini akan mendesain ulang sistem *exhaust* berupa *header*, kolektor, dan resonator agar mendapatkan peningkatan akselerasi pada Kijang Innova 2.0.

Sistem *exhaust* didesain ulang mulai dari *header* yang didesain agar memiliki nilai *pressure drop* sama di tiap pipanya, kolektor yang diaplikasikan *spike*, dan resonator. Dengan mendesain ulang sistem *exhaust* diharapkan ada peningkatan daya dan torsi pada mesin.

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah meningkatkan performa mesin Toyota Kijang Innova dengan merubah sistem *exhaust*nya. Dengan melakukan penelitian ini diharapkan mampu membuat sistem *exhaust* mesin 4 tak yang optimal.

2. Metode Penelitian



3. Hasil dan Pembahasan

Konfigurasi *header* yang digunakan pada penelitian ini adalah 4-1. Dilakukan perhitungan sesuai dengan rumus pada buku Graham Bell dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$L_p = 28.16''$$

$$ID_p = 1.68''$$

$$ID_3 = 2.26''$$

$$CL = 6.88''$$

$$TL = 24.36''$$

Exhaust manifold standar dilakukan proses 3D *scanning* untuk mendapatkan gambar CAD (gambar 3.1). Gambar CAD ini digunakan sebagai bantuan untuk mendesain *exhaust custom* dan simulasi.



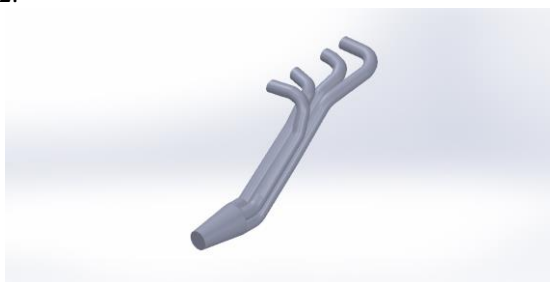
Gambar 3.1. *Exhaust manifold* standar

Hasil simulasi (tabel 3.1) menunjukkan nilai *pressure drop* pada tiap pipa. *Pressure drop* pada pipa tidak sama atau mendekati.

Tabel 3.1 *Pressure drop* pada Pipa Exhaust Manifold Standar

Exhaust manifold standar			
Pipa 1 (Pa)	Pipa 2 (Pa)	Pipa 3 (Pa)	Pipa 4 (Pa)
17.8	16	18.7	24.1

Langkah selanjutnya membuat desain *exhaust manifold custom* dengan hasil ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain *exhaust manifold custom*

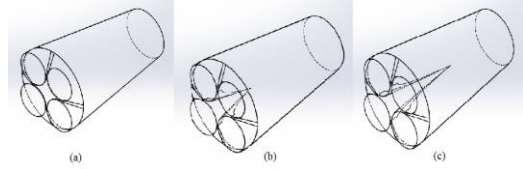
Desain dikatakan memenuhi syarat jika hasil simulasi menunjukkan nilai *pressure drop* pada tiap pipa sama atau mendekati. Oleh karena itu bentuk pipa harus dimodifikasi pada proses CAD sampai hasil simulasi memenuhi syarat. Hasil akhir nilai *pressure drop exhaust manifold custom* ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Pressure drop* pada Pipa Exhaust Manifold Custom

Header Custom			
Pipa 1 (Pa)	Pipa 2 (Pa)	Pipa 3 (Pa)	Pipa 4 (Pa)
24.5	24.4	24.2	24.3

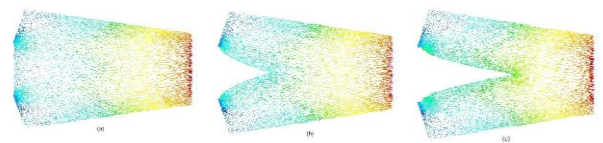
Selanjutnya desain kolektor menggunakan *angle taper* 7° sesuai dengan teori dari Graham Bell yang

mengatakan ada penurunan daya pada *angle taper* di atas 7° atau 8°. Kemudian desain kolektor akan diaplikasikan *spike* yang berfungsi untuk memperlancar aliran gas buang. Pada penelitian ini membandingkan 3 jenis kolektor, yaitu kolektor tanpa *spike*, menggunakan *spike* dengan panjang 50 mm dan 100 mm (gambar 3.3).



Gambar 3.3. (a) Kolektor tanpa *spike* (b) kolektor *spike* 50 mm (c) kolektor *spike* 100 mm

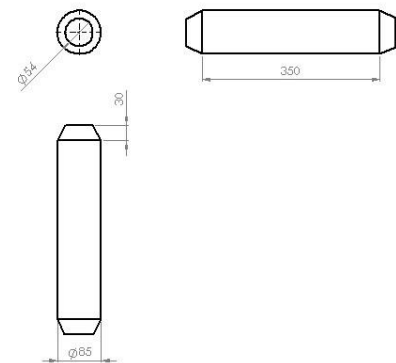
Selanjutnya hasil desain disimulasi dan dibandingkan untuk di pilih yang terbaik. Hasil simulasi ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Simulasi *velocity* (a) Kolektor tanpa *spike* (b) Kolektor *spike* 50 mm (c) Kolektor *spike* 100 mm

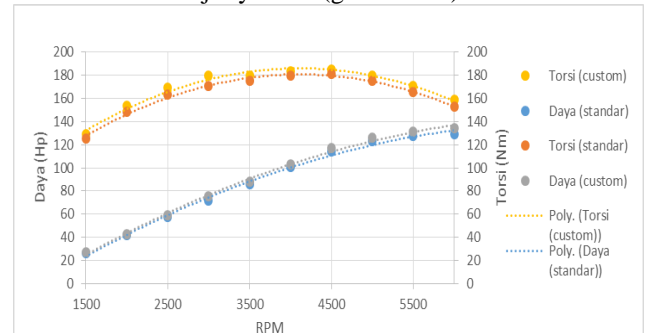
Dapat disimpulkan kolektor yang menggunakan *spike* dengan panjang 100 mm memiliki hasil paling baik karena memiliki *pressure drop* paling kecil.

Resonator memiliki fungsi sebagai peredam suara pada sistem saluran gas buang. Dimensi dari resonator pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Dimensi resonator

Untuk mengetahui perubahan performa mesin, maka dilakukan uji *dynotest* (gambar 3.6).



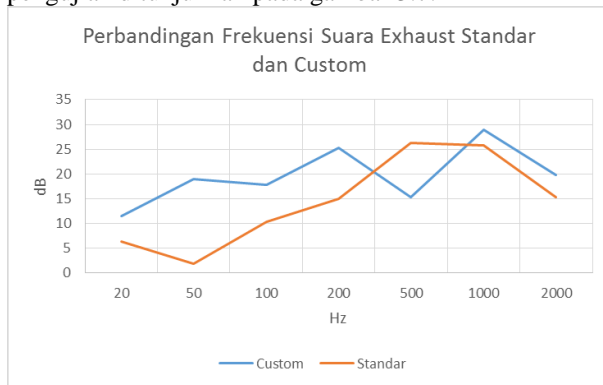
Gambar 3.6 Grafik *dynotest*

Pada kondisi standar, diketahui daya puncak sebesar 129 Hp pada 6000 RPM dan torsi puncak 180.9 Nm pada 4500 RPM. Pada saat menggunakan *exhaust*

custom, diketahui daya puncak 134 Hp pada 6000 RPM dan torsi puncak 184 Nm pada 4500 RPM. Hasil pengujian menunjukkan ada kenaikan daya puncak sebesar 5 Hp (3.8%) pada rpm 6000 dan torsi puncak sebesar 4 Nm (3.9%) pada rpm 4500.

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar ditemukan ada pengurangan konsumsi bahan bakar sebesar 0.3 km/l ketika menggunakan *exhaust* hasil penelitian. Hal ini disebabkan karena ada pengecilan diameter pipa knalpot. Di mana diameter pipa knalpot standar adalah 2.5” sedangkan penelitian menggunakan diameter 2.125”.

Pengujian frekuensi suara menggunakan *software Arta* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakter suara karena modifikasi pada sistem *exhaust*. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pengujian suara

Dari gambar 3.7 dapat dilihat ada perbedaan karakter suara. Pada *exhaust* standar memiliki karakter “kering” karena pada frekuensi 500-1000Hz memiliki desibel lebih tinggi. Pada *exhaust* hasil penelitian, memiliki karakter suara bass. Karakter suara dapat berbeda – beda sesuai dengan selera dan tidak mempengaruhi performa dari mesin.

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan uji lapangan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Exhaust Manifold menggunakan konfigurasi 4-1 dengan panjang pipa primer 28.16” dan diameter luar pipa primer 1.625”. Kolektor yang diaplikasikan spike sepanjang 100 mm. Pipa knalpot menggunakan diameter luar 2.125” dan resonator menggunakan tipe perforated core.
2. Penggunaan exhaust manifold hasil penelitian, hasil uji dynotest menunjukkan ada kenaikan daya puncak (3.8%) dan torsi puncak (3.9%). Hal ini mengakibatkan akselerasi menjadi lebih baik dibandingkan dengan kondisi standar.
3. Perubahan dimensi resonator menyebabkan adanya perubahan karakter suara dari sistem saluran gas buang. Namun hal ini tidak mempengaruhi performa mesin kendaraan.

5. Daftar Pustaka

1. Bell, A.G. (1981). Performance tuning in theory and practice four stroke. England: Haynes Publishing Group.
2. Bell, A.G. (1997). Modern Engine Tuning.

- England: Haynes Publishing Group
3. Crouse, William H. (1959). Automotives Engines. New York: McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC.
 4. Ekasaputra, D. (2015, September 21). Nissan Serena Autotech begitu nyaman di jalan. *Autobild Indonesia*. Retrieved September 27, 2015, from <http://www.autobild.co.id/read/2015/09/21/14493/47/14/Nissan-Serena-Autech-Begitu-Nyaman-di-Jalan>
 5. Ellinger, H. E., & Halderman, J. D. (1991). *Automotive Engines (Theory & Servicing)* (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall, Inc.
 6. EngineBasics. (n.d.). Exhaust flow and tuning. Retrieved September 27, 2015, from <http://www.enginebasics.com/Engine%20Basics%20Root%20Folder/Exhaust%20Flow.html>
 7. Eri, F. (2013, Desember 1). Hasil tes Mazda Biante Skyactiv. *Autobild Indonesia*. Retrieved September 27, 2015, from <http://test.autobild.co.id/read/2013/12/01/8988/47/14/Hasil-Tes-Mazda-Biante-Skyactiv>
 8. Febrian, A. (2013, Mei 29). Kijang Innova Vs All New Grand Livina Vs All New Carens. *Andra Febrian Auto Blog*. Retrieved September 27, 2015, from <http://andra-febrian.blogspot.co.id/2013/05/kijang-innova-vs-all-new-grand-livina.html>
 9. Hassan, S.H., Iqbal, H.M., Mughal, U.N., (2014, November). Designing and simulation of intake and exhaust manifold using sensor bridging. 5th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications. Retrieved September 28, 2015, from Science Direct database.
 10. Kristanto, P. (2015). Motor bakar torak. Yogyakarta: ANDI
 11. Kristanto, P. (n.d.). Buku ajar motor bakar. Surabaya: Universitas Kristen Petra
 12. Kuswanto, H. (2014, September 28). Tes Toyota Kijang Innova ke Gunung Pacir. *Autobild Indonesia*. Retrieved September 27, 2015, from <http://www.autobild.co.id/read/2014/09/28/11437/63/19/Tes-Toyota-Kijang-Innova-ke-Gunung-Pacir>
 13. Markel, A. (2000). Exhaust tuning 101: The art of minimizing restriction & maximizing horsepower. Babcox Publication, Inc. Retrieved September 28, 2015, from <http://search.proquest.com/docview/212188610?accountid=38628>
 14. Ordexhaust. (2014). More deep into headers 41 & 421. Retrieved September 27, 2015, from <http://ordexhaust.com/news-article/knowledge/41-vs-421/>