

Desain *Silencer Knalpot Racing* untuk Suzuki Satria

Teguh, Antonio¹⁾, Sutrisno, Teng²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2,3)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia^{1,2,3)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2,3)}

E-mail : m24414046@john.petra.ac.id¹⁾, tengsutrisno@petra.ac.id²⁾

Abstrak. *Perkembangan variasi dalam bidang otomotif saat ini sangat beragam. Peningkatan performa kendaraan dalam hal ini motor, penggantian knalpot dari knalpot standar ke knalpot aftermarket yang biasa juga disebut knalpot racing adalah yang paling populer. Banyak produsen knalpot racing yang belum mengikuti regulasi pemerintah mengenai tingkat kebisingan suara knalpot yang diijinkan sehingga banyak perdebatan yang terjadi mengenai suara dari knalpot racing. Knalpot aftermarket yang beredar belum teruji performanya, apakah dengan mengganti knalpot ini akan meningkatkan performa kerja mesin atau justru membuat performa mesin menurun.*

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, didapat perhitungan dari rumus milik A. Graham Bell untuk sistem knalpot mobil yang kemudian dimodifikasi agar sesuai dengan penerapan untuk sistem knalpot pada sepeda motor. Melalui rumus tersebut didapat panjang sistem knalpot yang sesuai. Dibuat modifikasi desain silencer dengan model freeflow dengan variasi panjang 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 40 cm untuk kemudian dibuat prototype dan dilakukan pengujian performa yang dihasilkan. Dari ke 4 desain yang ada, diambil desain terbaik untuk diuji kembali dan melihat performa yang dihasilkan terhadap perubahan diameter dalam silencer.

Kata Kunci:

Sepeda Motor, Sistem Pembuangan, Knalpot, Silencer, Tingkat Kebisingan Knalpot.

1 Pendahuluan

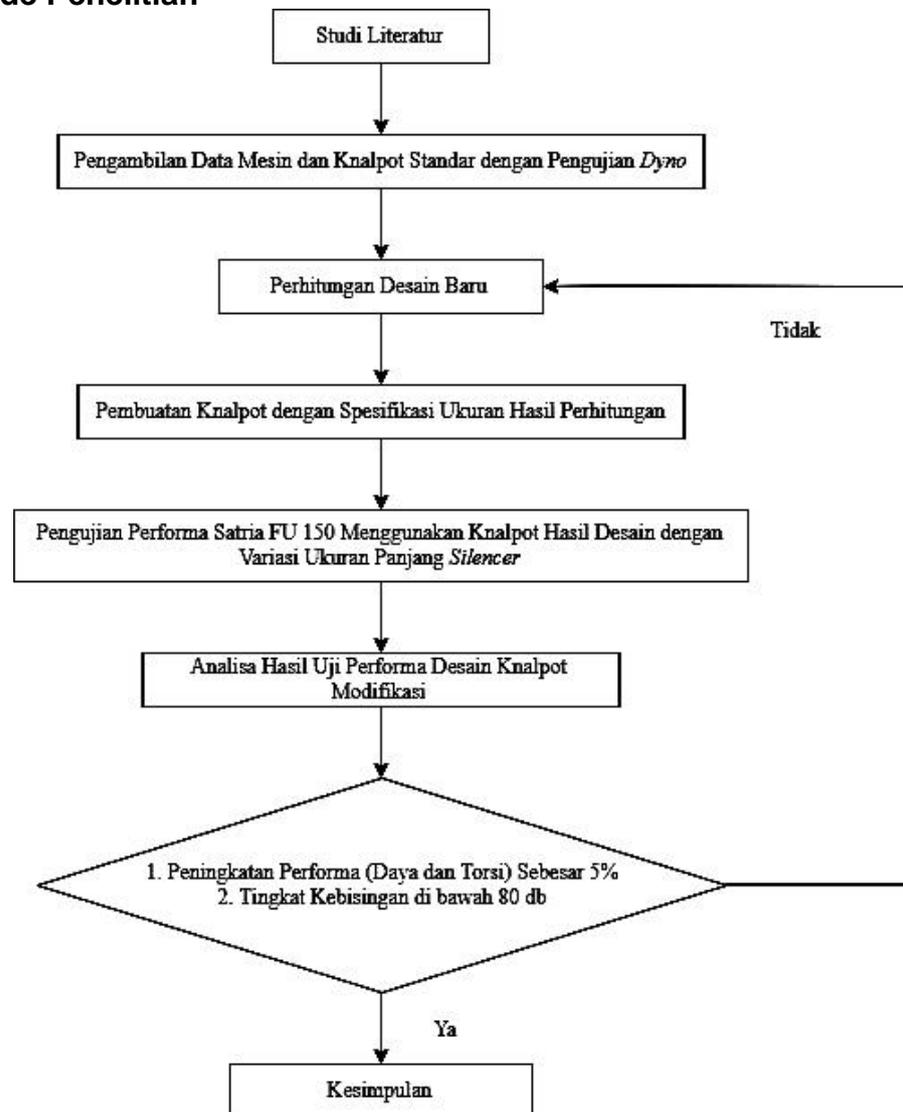
Perkembangan alat transportasi baik mobil, truck, bus, dan sepeda motor sangat membantu kegiatan manusia di era modern ini. Selain memanfaatkan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi, banyak orang juga menggunakannya untuk melakukan hobi mereka. Sebagai contoh mobil dan sepeda motor. Dengan munculnya ide mobil atau motor digunakan untuk berlomba dengan kecepatan, banyak produsen mobil maupun motor memberikan fungsi lain seperti kecepatan dan tenaga dari kendaraan. Munculnya manipulator *engine control unit* (ECU) untuk memanipulasi kerja *ecu* dari mobil maupun motor standar yang biasa disebut *piggyback*. Hingga knalpot yang menjadi sistem pembuangan gas hasil pembakaran juga dibuat oleh produsen *aftermarket* dengan iming-iming peningkatan performa setelah dilakukan penggantian dari knalpot standar ke knalpot *aftermarket*.

Penggantian knalpot standar ke knalpot *aftermarket* juga harus diimbangi dengan kinerja mesin yang juga dirubah. Penggantian berbagai part bukan hanya untuk menunjang performa mesin, namun juga untuk melindungi mesin dari kejadian pembakaran dengan komposisi miskin atau komposisi kaya [1]. Untuk mengetahui performa maksimal kinerja mesin, perlu diperhatikan penggunaan ban. Lebar tapak serta tinggi ban sangat mempengaruhi performa kendaraan baik motor atau mobil. Semakin lebar tapak ban yang digunakan, akan semakin besar daya yang digunakan untuk membuat kendaraan tersebut melaju. Karena kontak permukaan jalan dengan ban yang lebih besar sehingga traksi ban ke permukaan jalan juga besar. Berlaku sebaliknya, jika lebar tapak ban tidak terlalu besar, maka traksi ban yang muncul tidak terlalu besar sehingga daya yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan tidak terlalu besar jika dibanding dengan tapak yang lebar. Sehingga ukuran standar dari ban lebih disarankan saat melakukan *dyno test* [2]. Perhitungan desain dengan adaptasi perhitungan knalpot mobil diperlukan agar didapat performa maksimal. Pipa penghubung harus seimbang antara silencer dengan perut knalpot. Semakin panjang pipa penghubung maka semakin panjang silencer karena pipa penghubung yang panjang akan memperpanjang napas mesin sehingga dapat mencapai topspeed terbaik yang lebih tinggi. Begitu pula sebaliknya jika pipa penghubung semakin pendek dan diikuti dengan silencer pendek dengan diameter lebih besar maka gas akan lebih cepat terbuang sehingga menghasilkan akselerasi yang lebih baik [3]. Penelitian ini dilakukan menggunakan struktur knalpot *free flow*. Pada saluran freeflow, gas buang langsung dikeluarkan

ke udara lepas melalui pipa bebas hambatan. Pada saluran ini akan menghasilkan suara yang besar dan keras. Pada saluran silent, gas buang akan dialirkan menuju muffler dan gas buang akan dikelola di sana. Di dalam muffler, suara gas buang akan diredam oleh konstruksi peredaman yang tertata di dalam muffler. Pada saluran ini akan menghasilkan suara yang halus dan lembut ketika gas buang keluar ke udara lepas [4].

Penelitian yang akan dilakukan tidak mengarah ke jenis material yang digunakan, namun lebih ke arah performa yang diimbangi dengan penyesuaian regulasi atau peraturan yang ada. Dengan adanya regulasi mengenai tingkat kebisingan suara, banyak produsen knalpot yang masih belum menyesuaikan emisi suara agar memenuhi peraturan yang ada. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup: “Pasal 48, ayat 3b, Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Undang-undang ini mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009 tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru pada lampiran kedua. Setiap kendaraan bermotor tipe L (roda dua) yang ber cc kurang dari 175 CC standar kebisingannya 80 desibel. Sedangkan bagi motor yang ber cc lebih dari 175 CC standar kebisingannya 83 desibel.”. Dengan berpatokan pada peraturan tersebut, saya ingin mendesain sebuah knalpot untuk Suzuki Satria 2012 4-tak karburator yang mendongkrak performa dari motor ini dan dapat memenuhi regulasi dari peraturan Menteri Lingkungan Hidup [5].

2 Metode Penelitian



Gambar 1. Bagan Metode Penelitian

Tahap kedua pada perancangan ini adalah pengambilan data ukuran knalpot standar dan performa dari motor yang menggunakan knalpot standar. Melakukan pengujian performa dan mengambil data torsi dan daya serta pengukuran tingkat kebisingan suara yang kemudian disimpan. Pengambilan data performa berupa daya dan torsi menggunakan *Dynamometer*. Pengambilan data awal dari penelitian ini berupa pengujian performa mesin standar Suzuki Satria FU. Setelah mendapat data awal, kemudian data tersebut digunakan sebagai dasar peningkatan performa. Studi literatur yang didapat digunakan sebagai dasar perhitungan desain pembuatan *silencer*. Meliputi panjang dan diameter dalam *silencer* yang nantinya diuji, kemudian membandingkan performa yang dihasilkan dengan knalpot standar. Setiap jenis panjang *silencer* dilakukan 5 kali uji *dynamometer* yang kemudian diambil 3 data pengujian performa maksimal dari setiap *silencer*. Setelah didapat performa terbaik dari 4 desain *silencer*, melakukan pengujian tingkat kebisingan suara yang dihasilkan *silencer*. Melihat peningkatan performa kerja mesin yang dihasilkan kemudian menghitung persentase peningkatan performa dari knalpot standar. Dari performa yang dihasilkan, dianalisa dan diambil kesimpulan apakah desain tersebut memenuhi tujuan penelitian.

3 Hasil dan Pembahasan

Perancangan desain dimulai dengan analisa ukuran pipa primer dan sekunder agar didapat ukuran diameter dan panjang yang menghasilkan performa maksimal dengan menggunakan perhitungan yang diawali dengan mencari panjang minimal dan maksimal sebagai berikut:

$$L_1 = \frac{950 \times ED}{Rpm \text{ atas yang ditentukan}} - 3 \quad (1)$$

$$L_2 = \frac{950 \times ED}{Rpm \text{ Power maksimum}} - 3 \quad (2)$$

L_1 merupakan rumus untuk mencari panjang pipa minimum dan L_2 untuk mencari panjang pipa maksimum. Dari data panjang minimum dan maksimum pipa di atas dapat digunakan untuk mencari ukuran diameter serta panjang ideal pipa primer dan sekunder.

$$P_1 = (P_{top} - P_{low}) \times \frac{L_2}{P_{low}} = \dots \text{inc} \quad (3)$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{150}{(L_2 + 3) \times 25}} \times 2.1 = \dots \text{inc} \quad (4)$$

$$P_2 = (P_{top} - P_{low}) \times \frac{L_1}{P_{low}} = \dots \text{inc} \quad (5)$$

$$D_2 = \sqrt{D_1^2 \times 2 \times 0.93} = \dots \text{inc} \quad (6)$$

P_1 dan D_1 untuk mencari panjang dan diameter pipa primer dan P_2 dan D_2 untuk mencari panjang dan diameter pipa sekunder dimana diameter pipa sekunder digunakan sebagai diameter dalam pipa *silencer*.

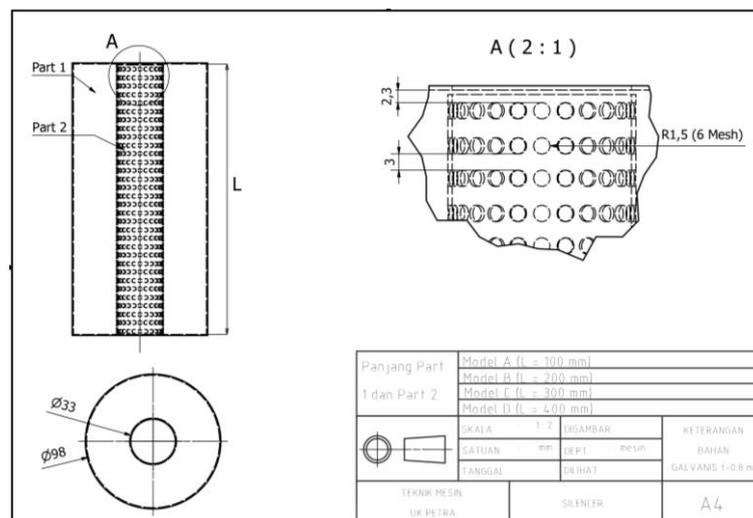
Tabel 1. Hasil Perhitungan Rumus Modifikasi

Panjang Pipa Primer (P_1)	37.85 cm
Panjang Pipa Sekunder (P_2)	31.15 cm
Diameter Pipa Primer (D_1)	2.47 cm
Diameter Pipa Sekunder (D_2)	3.25 cm

Melakukan pembuatan variasi panjang *silencer* 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 40 cm. Kemudian melakukan pengujian performa mesin menggunakan variasi panjang yang dibuat dan melakukan analisa perbandingan dari data performa yang dihasilkan.



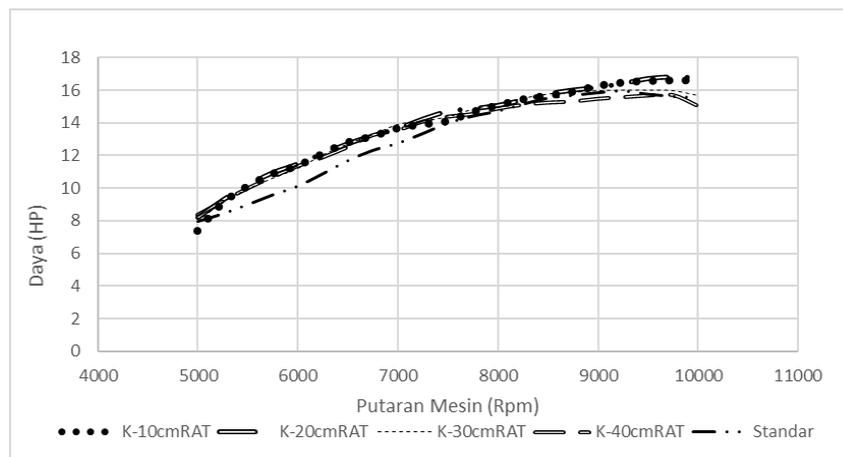
Gambar 2. Hasil Desain *Silencer*



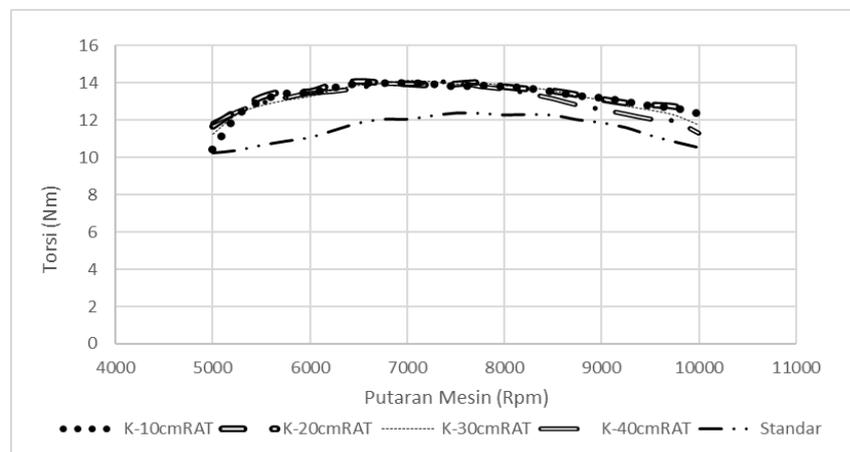
Gambar 3. Ukuran Desain *Silencer*

Ukuran *silencer* dijelaskan pada gambar 3. Daya yang dihasilkan saat menggunakan masing-masing panjang *silencer* dapat diketahui bahwa panjang seperti pada gambar 2, *silencer* a.30 cm, b.40 cm, c.20 cm, dan d.10 cm berturut-turut mengalami peningkatan 5.62%; 6.25%; 3.75%; dan -2.4%. Dari hasil pengujian tersebut, dapat dilihat bahwa *silencer* dengan panjang 20 cm mengalami peningkatan daya paling besar jika dibanding dengan variasi panjang *silencer* yang

lain. Kemudian untuk panjang *silencer* 40 cm justru menghasilkan penurunan sebesar 2.4% dari performa mesin saat menggunakan knalpot standar. Untuk performa torsi menggunakan variasi panjang *silencer*, persentase peningkatan torsi pada panjang *silencer* 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 40 cm berturut-turut adalah 11.71%; 11.32%; 11.72%; dan 10.81%. Dari desain knalpot *freeflow* ini setiap jenis panjang mengakibatkan torsi dari kerja mesin meningkat. Dapat dilihat bahwa peningkatan torsi tertinggi dengan desain *silencer* ini pada panjang *silencer* 30 cm. Namun peningkatan daya dari *silencer* panjang 30 cm tidak memenuhi tujuan penelitian yaitu sebesar 5% dari performa mesin saat menggunakan knalpot standar. Maka hasil performa mesin atau kerja mesin terbaik berada pada panjang *silencer* 20 cm dengan peningkatan sebesar 6.25%. Sehingga dari desain *silencer* panjang 20 cm dilakukan penelitian perubahan diameter dalam *silencer* terhadap performa mesin. Dilakukan pembesaran diameter *silencer* menjadi 3.8 cm dan pengecilan menjadi 3 cm dari diameter awal 3.3 cm.

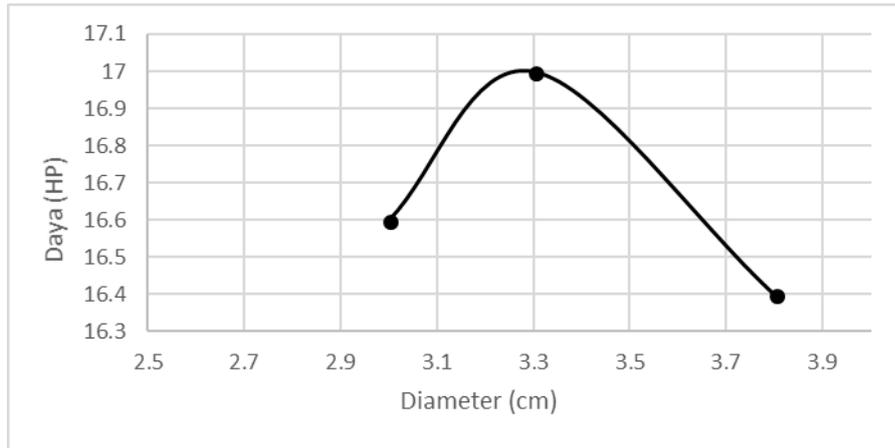


Gambar 4. Hasil Uji Performa (Daya) 4 Jenis *silencer* dengan Knalpot Standar

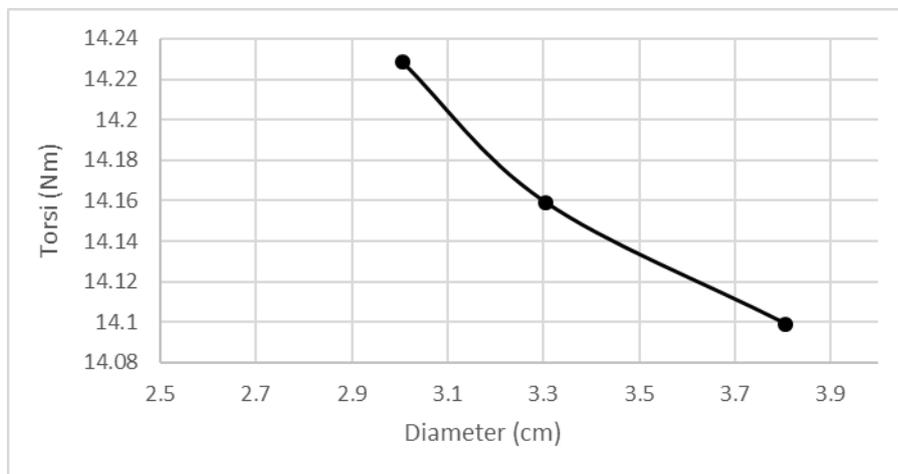


Gambar 5. Hasil Uji Performa (Torsi) 4 Jenis *silencer* dengan Knalpot Standar

Pengujian performa pada gambar 6 dan gambar 7 dengan diameter 3 cm menghasilkan peningkatan daya sebesar 3.75% dan diameter 3.8 cm menghasilkan peningkatan daya sebesar 2.4%. Untuk torsi, diameter 3 cm mengalami peningkatan sebesar 11.52% dan diameter 3.8 cm sebesar 10.5%. Dapat dilihat bahwa perubahan ukuran diameter dalam *silencer* tidak memberi peningkatan yang diharapkan karena menghasilkan peningkatan daya yang masih dibawah 5% sesuai dengan target penelitian. Namun untuk peningkatan torsi masih mengalami perbaikan jika dibanding saat menggunakan knalpot standar.



Gambar 6. Hasil Uji Performa (Daya) 3 Jenis Diameter



Gambar 7. Hasil Uji Performa (Torsi) 3 Jenis Diameter

Tabel 2. Hasil Pengujian Suara Knalpot Desain

Panjang Silencer (cm)	Db
10	88.3
20	85.8
30	80.2
40	73.8

Pengukuran tingkat kebisingan dilakukan pada jarak 200 cm dan pada putaran mesin 5000 rpm. Jarak tersebut ditentukan karena untuk melakukan pengukuran, jika jarak *microphone* terlalu dekat dengan hembusan angin dari knalpot maka akan mengganggu hasil pengukuran suara. Untuk putaran mesin 5000 rpm ditentukan demikian karena kerja mesin saat berjalan pada putaran 5000 rpm tersebut. Berikut merupakan bagan atau posisi *soundmeter* dan knalpot saat melakukan pengukuran suara knalpot.

Hasil pengukuran pada tabel 2, *silencer* 10 cm menghasilkan 88.3 db, *silencer* 20 cm menghasilkan 85.8 db, *silencer* 30 cm menghasilkan 80.2 db, dan *silencer* 40 cm menghasilkan 73.8 db. Dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan suara berbanding terbalik dengan panjang silencer knalpot. Sehingga semakin panjang ukuran silencer knalpot, maka suara yang dihasilkan semakin teredam atau db suara semakin kecil. Jika semakin pendek ukuran silencer knalpot, maka suara yang dihasilkan kurang teredam dengan baik atau db suara semakin tinggi. Sehingga untuk memenuhi regulasi pemerintah digunakan knalpot dengan silencer 30 cm pada 80.3 db dengan

mengorbankan daya namun tetap memperoleh peningkatan torsi. Untuk dibawah batas kebisingan knalpot yang aman dapat menggunakan knalpot dengan panjang *silencer* 40 cm.

4 Kesimpulan

Penelitian desain *silencer* knalpot untuk Suzuki Satria ini dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Ukuran pipa primer dan sekunder dari sistem knalpot sangat mempengaruhi kinerja mesin Suzuki Satria FU 2012. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan hasil kinerja mesin antara knalpot Pro Liner dan knalpot hasil modifikasi.
- b. Desain *silencer* terbaik yang menghasilkan tenaga maksimal adalah Panjang 20 cm dengan persentase kenaikan daya sebesar 6.25% dan kenaikan torsi sebesar 11.25% dari kinerja mesin saat menggunakan knalpot standar.
- c. Dengan desain knalpot freeflow baik dengan panjang *silencer* 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 40 cm mengalami kenaikan torsi rata-rata sebesar 11.39% dari kinerja mesin saat menggunakan knalpot standar.
- d. Perubahan dari diameter *silencer* tidak mempengaruhi kinerja motor bakar.
- e. Panjang *silencer* yang disarankan untuk memenuhi regulasi pemerintah adalah ukuran ≥ 30 cm.

5 Daftar Pustaka

1. A, Pepa. *Pengaruh Penggunaan Knalpot Terhadap Efisiensi Bahan Bakar pada Mesin 4 Tak dan Analisa Hambatan pada Motor Drag*. [Online] from https://www.slideshare.net/alenpepa14/iv-peragaan-alat-nas-dan-ich?from_action=save. (2013). [Accessed on 20 March 2018].
2. R. A. Fadilah. *Analisis Penggunaan Knalpot Model Free Flow dan Busi Racing Terhadap Torsi, Daya dan Tingkat Kebisingan Sepeda Motor 4 Langkah*. [Thesis] FKIP Universitas Sebelas Maret (2016). [in Bahasa Indonesia].
3. Janaprasetya. R. A., Sutrisno.T. *Desain Ulang Knalpot Racing 3v3 Guna Meningkatkan Kinerja Mesin Yamaha RX King*. *Mechanova* (2014).
4. Lesmana. R., Dewanto. J. *Perancangan Knalpot Dualsound*. *Mechanova* (2015).
5. A. DiC, J. F.Y, *Ukur Yuk, Berapa Sih DB Knalpot Motor?*. [Online] from <https://otomotifnet.gridoto.com/read/02166231/ukur-yuk-berapa-sih-db-knalpot-motor?page=all#!%2F>. (2010). [Accessed on 20 Mearch 2018].
6. A. Graham Bell. *Performance Tuning in Theory and Practice*. England: Haynes Publishing Group (1981). p. 110-118.
7. Motogokil. *Mudah bin Gampang Merancang Knalpot Racing, Caranya ????.* [Online] from <https://motogokil.com/2013/10/12/mudah-bin-gampang-merancang-knalpot-racing-caranya/>. (2013). [Accessed on 29 March 2018].