

MOTORCYCLE EXHAUST SYSTEM ENGINEERING DESIGN AND DEVELOPMENT

Disiananda Adam Fitriosa ¹⁾, Dwi Novirani ^{2)*}

^{1,2)} Institut Teknologi Nasional Bandung

**Corresponding Author: dwinov@itenas.ac.id*

ABSTRAK

Sistem knalpot pada sepeda motor memiliki peran penting dalam memastikan kinerja mesin yang optimal, mengurangi emisi, dan meningkatkan pengalaman pengguna. Penelitian ini membahas proses perancangan dan pengembangan sistem knalpot sepeda motor yang dirancang untuk efisiensi daya tahan. Studi ini menggunakan metode desain berbasis komputer, termasuk pemodelan *Computer-Aided Design* (CAD) atau *AutoCAD*, untuk mengoptimalkan dinamika aliran gas buang. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem knalpot sepeda motor dengan pendekatan teoritis dan pembuatan prototipe menggunakan aplikasi *AutoCAD* untuk visualisasi dan analisis geometris. Perhitungan didasarkan pada rumus geometris dan fisika untuk mengoptimalkan aliran gas buang, serta efisiensi fungsional knalpot.

Kata kunci: *Sistem knalpot, AutoCAD, analisis geometris, optimasi aliran gas.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem knalpot sepeda motor merupakan komponen penting yang berfungsi untuk membuang gas hasil pembakaran, mengurangi kebisingan, serta mendukung efisiensi mesin (Gunawan, 2020). Industri manufaktur knalpot menghadapi tantangan untuk merancang sistem knalpot yang harus memenuhi standar teknis dan regulasi, tetapi juga memberikan kinerja yang optimal dengan tetap memperhatikan aspek estetika dan kenyamanan pengguna (Feriansah & Prabowo, 2021). Dalam proses perancangannya, pendekatan berbasis teori menggunakan rumus geometris dan fisika menawarkan efisiensi fungsi knalpot (Lapisa et al., 2019). Pemanfaatan perangkat lunak desain seperti *AutoCAD* memberikan kemudahan dalam visualisasi dan optimalisasi desain, memungkinkan pengembangan yang lebih cepat dan akurat secara geometris dan ukuran. Dengan pendekatan ini, perancangan sistem knalpot dapat diarahkan untuk memenuhi kebutuhan pasar sekaligus mendukung inovasi di sektor otomotif.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengoptimalkan desain geometris sistem knalpot untuk meningkatkan aliran gas buang.
2. Memberikan solusi praktis yang dapat diterapkan dalam pengembangan produk di industri otomotif.
3. Merancang desain prototipe knalpot dengan teknologi bongkar pasang dan memperhatikan estetika.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif

1. Panjang Knalpot

Ukuran dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$P = \frac{850 \times (180 + ET)}{RPM} - 3$$

Dimana:

- P = Panjang pipa knalpot dalam satuan inci (1 inch = 25,4 mm)
- ET = *Exhaust Timing*, waktu bukaam klep ex mulai membuka sebelum titik mati bawah atau TMB, dengan satuan derajat (°)
- RPM = Keluaran tenaga pada *Revolutions Per Minute* atau RPM yang diinginkan
- ET dinyatakan dengan satuan derajat (°) karena sifatnya lebih relevan dengan posisi *angle* mekanis komponen mesin dibandingkan dengan durasi waktu absolut, dan menggambarkan kapan katup buang mulai membuka berdasarkan posisi sudut putaran poros engkol.

Asumsikan bahwa:

$$Exhaust\ Timing = 60^\circ$$

$$Max\ RPM = 8.000\ RPM$$

Maka:

$$P = \frac{850 \times (180 + 60)}{8.000} - 3$$

$$P = 22,5\ inci = 57,15\ cm$$

2. Diameter Pipa Knalpot

Diameter pipa knalpot yang sesuai kapasitas mesin (cc) sangat penting untuk performa. Penelitian ini menunjukkan bahwa diameter pipa knalpot dapat dihitung berdasarkan panjang leher knalpot dan kapasitas silinder (BeliPart.com, 2023)

$$D = \frac{\sqrt{CC}}{((L + 3) \times 25)} \times 2,1$$

Dimana:

- D = Diameter pipa yang diinginkan dala satuan inci (1 inci = 25,4 mm)
- CC = Kapasitas silinder, dengan satuan cm³
- L = Panjang knalpot, dengan satuan inci

Asumsikan bahwa:

$$CC = 500\ cm^3$$

Maka:

$$D = \frac{\sqrt{500}}{[(22,5 + 3) \times 25]} \times 2,1$$

$$D = \frac{\sqrt{500}}{25,5 \times 25} \times 2,1$$

$$D = \sqrt{0,784} \times 2,1$$

$$D = 0,885 \times 2,1$$

$$D = 1,859\ inci$$

$$D = 47,231\ mm\ atau\ 4,723\ cm$$

Diemeter *silencer* knalpot biasanya sebesar 90 mm-120 mm maka, dilihat dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa ukuran diameter pipa knalpot sebesar 4, 723 cm dan ukuran panjang knalpot sebesar 57,15 cm. Semakin besar cc motor, maka semakin besar pula diameter pipa knalpot karena lubang buangnya membutuhkan ruang yang lebih besar (Adiyana, 2023).

- Desain Berbelok (*Curved*): berfungsi untuk mengakomodasi ruang atau estetika, biasanya digunakan dalam knalpot *aftermarket* dengan sedikit efek pada performa jika dirancang dengan benar.
- Menghindari *Back Pressure*: Memilih diameter dan panjang pipa yang tepat sangat penting untuk menghindari *back pressure* berlebih, yang dapat mengurangi performa mesin.
- Material Berkualitas: menggunakan *stainless steel* yang berkualitas dan peredam suara yang tepat juga membantu menjaga performa dan daya tahan knalpot.

Tabel 1. Rekapitulasi Ukuran Knalpot

Panjang Knalpot	57,15 cm
Diameter Pipa Knalpot	4,72 cm
Diameter <i>Silencer</i> Knalpot	9,00 cm-12,00cm

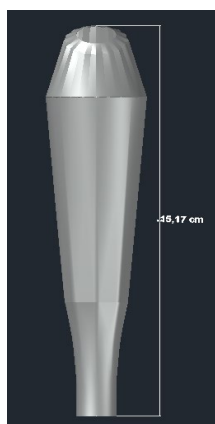
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. *Technology Development*

Berikut ini merupakan hasil desain prototipe menggunakan *software AutoCAD*



Gambar 1. Prototipe Knalpot Tampak Samping



Gambar 2. Prototipe Knalpot Tampak Depan



Gambar 1. Prototipe Knalpot Tampak Samping

Rancangan *prototype* knalpot di atas menawarkan keunggulan aerodinamis yang dapat meningkatkan performa kendaraan dengan mengurangi hambatan aliran gas buang, memberikan akselerasi yang lebih responsif dan efisien. Bentuk ramping yang menyempit di bagian ujung juga memberikan tampilan *sleek* dan *modern*, menarik minat pembeli yang menginginkan knalpot dengan desain futuristik dan estetika yang elegan. Dengan desain yang halus dan simetris, knalpot ini memberikan kesan yang dinamis, cocok untuk pengendara yang peduli dengan tampilan motor mereka.

Keunggulan desain yang *versatile* dengan bentuk kendaraan membuat knalpot ini sangat relevan di pasar modifikasi motor, di mana para pengendara semakin mencari produk yang tidak hanya meningkatkan performa, tetapi juga memberikan nilai estetika tambahan. Desain yang fleksibel dan *compact* ini cocok untuk berbagai jenis motor, baik motor sport maupun motor *custom*, menjadikannya pilihan yang menarik bagi konsumen yang ingin memperhatikan gaya estetika dan fungsionalitasnya.

3.2 System Design & Engineering (Maintainability)

System Design & Engineering (Maintainability) ini berfokus pada merancang komponen knalpot (eksterior) yang mudah dibongkar dan dipasang Kembali, sehingga waktu perawatan bisa lebih singkat dan efisien.



Gambar 2 Prototipe End Cap Knalpot



Gambar 3 Prototipe End Cap Knalpot Terpisah



Gambar 6 Prototipe Knalpot Tampak depan

Prototype End Cap knalpot di atas merupakan desain *end cap* knalpot modular yang bersifat mudah untuk diganti dan dibongkar pasang karena terdapat *bridge* pada bibir alas bawah *end cap* knalpot, hal ini memiliki beberapa kelebihan yaitu pemilik knalpot dapat kapan saja mengganti dan membersihkan *end cap* knalpot dengan mudah dan juga menyesuaikan dengan *end cap* knalpot yang bervariasi. *End cap* knalpot ini memiliki diameter 12 cm dan memiliki *bridge* di bibir *end cap* knalpot dengan bentuk dasar lingkaran yang cocok dipadukan dengan semua jenis knalpot yang berbentuk silinder.

4. KESIMPULAN

- Sistem knalpot yang dirancang menggunakan *AutoCAD* dapat memberikan gambaran rancangan desain prototipe knalpot untuk mengoptimalkan aliran gas buang dan meningkatkan efisiensi mesin.
- Penelitian ini menunjukkan pentingnya perancangan geometris yang tepat untuk mencapai performa yang optimal pada knalpot motor.
- Prototipe knalpot yang dihasilkan memiliki desain aerodinamis, estetik, dan modern.
- *End cap* modular yang dirancang mempermudah proses bongkar pasang, memungkinkan pemeliharaan yang lebih cepat dan fleksibel.
- Material berkualitas seperti *stainless steel* dan peredam suara yang dipilih memberikan daya tahan kinerja yang unggul pada produk akhir.
- Perhitungan menggunakan rumus geometris menunjukkan bahwa panjang pipa knalpot (57,15 cm) dan diameter pipa (4,723 cm) telah dioptimalkan untuk meningkatkan aliran gas buang. Ini membantu mengurangi *back pressure* yang sering menjadi penyebab penurunan performa mesin.
- Prototipe dirancang dengan bentuk ramping dan menyempit pada ujungnya untuk mengurangi hambatan aliran gas buang, yang menghasilkan akselerasi lebih responsif dan efisien. Desain ini juga menambah estetika kendaraan motor.
- *End cap* modular dengan fitur bongkar pasang memudahkan pemeliharaan dan memungkinkan pemilik mengganti atau membersihkan komponen dengan cepat, menjadikan produk lebih efisien dalam hal waktu perawatan.
- Desain *versatile* memungkinkan knalpot ini cocok untuk berbagai jenis motor, dari *sport* hingga *custom*, sehingga memperluas pasar potensial.

DAFTAR PUSTAKA

- Feriansah, A., & Prabowo, E. (2021). Pengaruh Knalpot Standar Dan Knalpot Standar Modifikasi Terhadap Daya Dan Torsi Sepeda Motor 2 Tak. *Surya Teknika*, 20–28.
- Gunawan, S. (2020). PENGARUH PENGGUNAAN DUAL BED CATALITIC CONVERTER BERBAHAN TEMBAGA DAN KUNINGAN TERHADAP TINGKAT KEBISINGAN DAN PERFORMA MESIN. *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 12–17.
- Lapisa, R., Sugiarto, T., & Halim, A. G. (2019). Efek Geometri pada Katalis dalam Penurunan Level Emisi Gas Buang Kendaraan. *Vol*, 2, 1–8.
- Adiyana, A. (2023). 10 Rekomendasi Knalpot Racing Motor Terbaik [Ditinjau oleh Guru Teknik Otomotif]. Mybest. <https://id.my-best.com/138199>

Belipart. (n.d). *Ukuran Knalpot Aftermarket Ideal*. Retrieved November 2024, from
<https://blog.belipart.com/ukuran-knalpot-aftermarket-ideal/>