

2. TEORI PENUNJANG

2.1 Pengertian Sistem Kenalpot

Sistem kenalpot pada kendaraan bermotor merupakan alat untuk membuang gas sisa pembakaran pada sepeda motor untuk menurunkan suhu udara yang sangat tinggi akibat kompresi didalam ruang bakar (Daryanto, 1997). Selain membuang gas sisa pembakaran dari ruang bakar, juga memiliki fungsi-fungsi lain yaitu :

- Meredam Suara dari Ruang Bakar

Kenalpot memiliki kemampuan untuk meredam suara bising dari ruang bakar. Pada saat udara bercampur dengan bahan bakar di ruang bakar akan muncul ledakan yang menimbulkan suara yang memekakan telinga.

- Meningkatkan Tenaga yang Dimiliki Kendaraan

Kenalpot memiliki potensi untuk meningkatkan tenaga pada kendaraan. Desain yang sesuai dengan mesin dan penggunaan bahan yang bagus dapat meningkatkan tenaga dari mesin kendaraan.

- Menjadi Aksesoris atau Pemanis Kendaraan

Kesesuaian desain kenalpot dengan keseluruhan kendaraan dapat menjadi poin tambahan untuk estetika dari kendaraan.

- Mengurangi Polusi Udara

Sisa pembakaran dari mesin mengandung karbondioksida yang dilepaskan ke udara. Karbondioksida sangatlah berbahaya bagi lingkungan dan juga menjadi sumber polusi udara. Pada kendaraan yang sudah cukup modern digunakan teknologi *catalytic converter* yang fungsinya mengkonversi karbon dari sisa pembakaran sehingga kendaraan bisa digunakan lebih efisien polusi udara berkurang.

Gas-gas beracun yang keluar dari jutaan sepeda motor setiap harinya telah menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan yang sangat serius di berbagai negara, termasuk Indonesia. Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor khususnya sepeda motor banyak menghasilkan gas-gas berbahaya seperti gas karbon monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC). Oleh karena itu peran dari *catalytic converter* sangatlah penting untuk mengurangi polusi udara yang ada (Muhammad, Amin, & Sugiarto, 2018).

2.2 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan, yaitu:

1. Dilakukan uji emisi gas buang sebelum dan sesudah proses perancangan kenalpot baru dengan *catalytic converter* pada sepeda motor Suzuki Shogun FL125 RR tahun 2008.
2. Dilakukan uji *dyno run* sebelum dan sesudah proses perancangan kenalpot baru dengan *catalytic converter* pada sepeda motor Suzuki Shogun FL125 RR tahun 2008.
3. Dilakukan uji test kebisingan sebelum dan sesudah proses perancangan kenalpot baru dengan *catalytic converter* pada sepeda motor Suzuki Shogun FL125 RR tahun 2008.
4. Komponen *catalytic converter* dan *muffler* pada kenalpot baru merupakan komponen yang sudah jadi dan tersedia di pasaran.

2.2.1 Pengertian dan Sejarah Singkat *Catalytic Converter*

Catalytic Converter atau yang juga dikenal sebagai katalis merupakan suatu komponen yang dipasang di dalam knalpot untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan dari asap yang dikeluarkan kendaraan (Moservice, 2022). Katalis memiliki bentuk seperti sarang lebah. Bahan komponen yang digunakan pada katalis umumnya menggunakan *platinum, rhodium, dan palladium* yang kemudian akan disatukan dengan menggunakan blok keramik (Kandyas, et al., 1998). Gas sisa hasil pembakaran yang melewati logam katalis ini akan tersaring dan diurai menggunakan reaksi kimia sehingga zat polutan akan tersaring lebih banyak dan gas yang keluar akan menjadi lebih bersih. Beberapa fungsi dari *catalytic converter* yaitu mengurangi emisi gas knalpot, menyaring zat polutan, membuat suara knalpot lebih harus, dan juga dapat menghemat bahan bakar kendaraan. Terdapat berbagai jenis *catalytic converter*, diantaranya yaitu :

- *OC (Oxidation Catalyst)*

Oxidant Catalyst adalah suatu katalis yang digunakan untuk merubah suatu nyawa kimia melalui reaksi oksidasi. Reaksi oksidasi merupakan reaksi kimia dimana suatu senyawa kimia mengalami penurunan elektron, sehingga dapat terjadi perubahan kimia pada senyawa tersebut. *Oxidant catalyst* umumnya digunakan dalam perindustrian seperti sintesis kimia, pengolahan air, dan pengolahan limbah untuk menghasilkan karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O).

- *Three Way Catalyst (TWC)*

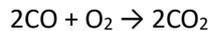
Three Way Catalyst adalah suatu katalis yang digunakan untuk mengubah gas buang menjadi gas yang lebih ramah lingkungan. Katalis ini bekerja dengan mengubah gas buang menjadi gas-gas seperti nitrogen, air, dan karbondioksida melalui proses katalitik. Katalis ini biasanya terdiri dari campuran emas, platina, dan paladium yang dapat bereaksi dengan gas buang untuk mengubahnya menjadi gas yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan *Three Way Catalyst* umumnya digunakan pada kendaraan bermotor untuk mengurangi emisi gas buang yang berbahaya bagi lingkungan.

- *Three Way Catalyst & Oxidant Catalyst (TWC-OC)*

Three Way Catalyst & Oxidant Catalyst adalah kedua katalis yang dikombinasikan untuk mengurangi gas polusi yang lebih banyak. TWC-OC memiliki kemampuan untuk mengurangi emisi gas polutan lebih efektif dibandingkan dengan

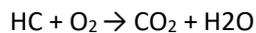
menggunakan TWC saja. TWC-OC juga memiliki fungsi untuk mengubah gas buang berbahaya menjadi zat gas yang tidak berbahaya dan tidak berpolusi, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NO_x). TWC-OC juga dilengkapi dengan komponen OC yang bertugas untuk membantu mengoksidasi partikel-partikel karbon yang terdapat dalam gas buang, seperti PM (Particulate Matter).

Reaksi oksidasi karbon monoksida (CO) :



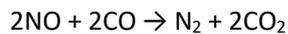
Reaksi ini mengubah karbon monoksida menjadi karbon dioksida. Karbon monoksida adalah gas beracun yang dapat menyebabkan sesak napas.

Reaksi oksidasi hidrokarbon (HC) :



Reaksi ini mengubah hidrokarbon menjadi karbon dioksida dan air. Hidrokarbon adalah senyawa organik yang dapat menyebabkan polusi udara.

Reaksi reduksi nitrogen oksida (NO_x)



Reaksi ini mengubah nitrogen monoksida menjadi nitrogen dan karbon dioksida. Nitrogen oksida adalah gas beracun yang dapat menyebabkan iritasi mata dan tenggorokan.

2.3 Klasifikasi Metode

Metode yang digunakan dalam menerapkan proses perancangan sistem kenalpot baru dengan *catalytic converter* pada sepeda motor Suzuki Shogun FL125 RR tahun 2008 dengan merancang kenalpot baru dan melakukan instalasi untuk menggantikan kenalpot standar, dilakukannya uji emisi gas buang sebelum dan sesudah dilakukan penggantian kenalpot standar ke kenalpot baru, dilakukannya uji kebisingan suara kenalpot sebelum dan sesudah dilakukan penggantian kenalpot standar ke kenalpot baru, serta pengujian performa mesin sepeda motor Suzuki Shogun FL125 RR tahun 2008 sebelum dan sesudah dilakukan penggantian kenalpot standar ke kenalpot baru.

2.3.1 Perancangan Kenalpot

Dalam metode perancangan sistem kenalpot ini dilakukan proses fabrikasi untuk menunjang hasil yang optimal. Dalam perancangan berlangsung dilakukan berbagai pengukuran dan pertimbangan agar barang yang dihasilkan dapat bekerja dengan

optimal dan sesuai dengan harapan. Pertimbangan yang dilakukan selama perancangan yaitu mengukur diameter dari leher kenalpot, mengukur panjang dari leher kenalpot, tekanan yang dihasilkan oleh gas buang dalam kenalpot, tipe katalis yang dapat digunakan, dan bahan yang digunakan pada pipa kenalpot.

Pengukuran diameter leher kenalpot dilakukan untuk mengetahui ukuran yang pas agar performa suara, dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan optimal sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Pengukuran panjang leher kenalpot dilakukan untuk mencari karakteristik dari performa mesin, selain itu juga agar kenalpot tidak menatap dengan komponen sepeda motor lainnya. Tekanan gas buang yang tinggi atau tidak merata dapat mengindikasikan adanya hambatan atau penyumbatan pada sistem kenalpot.

Berikut merupakan perhitungan yang dilakukan dalam perancangan panjang dan diameter dari kenalpot yang diambil dari salah satu buku karangan A.Graham Bell.

Rumus 2.1

Mencari panjang pipa primer :

$$L_p = \left(\frac{850 \times ED}{Rpm} \right) - 3 \text{ (in)} \quad (2.1)$$

Dimana :

L_p = Panjang pipa primer (in)

ED = $180 +$ Bukaannya katup buang sebelum TMB ($^{\circ}$)

Rpm = Putaran motor

Rumus 2.2

Mencari diameter dalam pipa primer, ID_p :

$$ID_p = \sqrt{\frac{cc}{(L_p + 3) \times 25}} \times 2,1 \text{ (in)} \quad (2.2)$$

Dimana :

L_p = panjang pipa primer (in)

cc = kapasitas silinder (cm^3), untuk 1 silinder

Setelah perhitungan ditentukan, pemilihan bahan sangatlah penting dalam perancangan sistem kenalpot karena bahan tersebut harus tahan dalam berbagai macam kondisi. Bahan yang cocok untuk kenalpot adalah *stainless steel* karena memiliki

sejumlah sifat dan karakteristik yang membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk aplikasi kenalpot. Berikut merupakan beberapa alasan mengapa *stainless steel* sering digunakan untuk pembuatan kenalpot (SMS Perkasa, 2023):

- Ketahanan terhadap korosi
Stainless steel memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap korosi atau karat. Kenalpot beroperasi dalam kondisi lingkungan yang ekstrim dengan panas yang tinggi dan paparan gas buang yang mengandung uap air dan berbagai senyawa kimia. Dalam kondisi ini, baja biasa dapat cepat berkarat dan mengurangi masa pakai kenalpot. *Stainless steel* yang tahan karat memastikan kenalpot tetap berfungsi dengan baik dalam jangka waktu yang lebih lama.
- Tahan terhadap temperatur tinggi
Kenalpot berfungsi untuk mengeluarkan gas buang panas dari mesin. *Stainless steel* mampu menahan suhu tinggi dengan baik tanpa mengalami deformasi atau kelemahan struktural yang signifikan.
- Daya tahan mekanis
Kenalpot berada dalam posisi yang rentan terhadap benturan dari jalan yang tidak rata atau potensi tabrakan ringan. *Stainless steel* memiliki kekuatan dan daya tahan yang baik terhadap tekanan dan benturan sehingga mampu mengatasi tuntutan mekanis ini dengan baik.
- Ringan dan tahan terhadap deformasi
Stainless steel memiliki kepadatan yang relatif rendah dibandingkan dengan beberapa logam lainnya, sehingga kenalpot yang terbuat dari *stainless steel* lebih ringan daripada alternatif logam yang lebih berat. Selain itu, *stainless steel* memiliki kekuatan yang baik, sehingga kenalpot cenderung tetap dalam bentuknya tanpa mengalami deformasi yang signifikan saat berada di bawah tekanan panas dan mekanis.
- Estetika
Selain sifat teknisnya yang unggul, *stainless steel* juga memiliki penampilan yang menarik dan dapat memberikan tampilan yang lebih modern dan elegan pada kenalpot.

Tipe *Stainless steel* yang akan digunakan dalam perancangan ini adalah *Stainless steel* tipe 304. *Stainless steel* tipe 304 adalah salah satu pilihan paling umum untuk kenalpot. Tipe 304 memiliki komposisi dengan kandungan kromium sekitar 18% dan

nikel sekitar 8%. *Stainless steel* tipe ini menawarkan ketahanan yang baik terhadap korosi dan panas hingga suhu sekitar 800-900°C. Tipe 304 juga memiliki harga yang lebih ekonomis dibandingkan dengan beberapa jenis *stainless steel* lainnya.

2.3.2 Uji Emisi Gas Buang

Uji emisi gas buang akan dilakukan untuk mengukur kadar emisi gas buang yang dihasilkan saat masih menggunakan sistem knalpot standar dan dibandingkan setelah dilakukan penggantian sistem knalpot baru dengan *catalytic converter*. Metode yang dilakukan untuk mengukur kadar emisi gas buang dengan menggunakan alat pengujian yang dimasukkan ke knalpot kendaraan dan akan dilakukan di Kometra selaku fasilitas bengkel di Universitas Kristen Petra bagi mahasiswa teknik otomotif. Pengujian emisi gas buang dilakukan dua kali yaitu saat sebelum dilakukan penggantian sistem knalpot dengan *catalytic converter* dan sesudah dilakukan penggantian sistem knalpot dengan *catalytic converter*. Hal ini untuk mengetahui perbedaan dan perbandingan kadar emisi gas buang sebelum dan sesudah dilakukan penggantian sistem knalpot dengan *catal*.

Penggunaan bahan bakar untuk kendaraan bermotor dapat mengemisikan zat-zat pencemar seperti CO, NO_x, SO_x, debu, hidrokarbon juga timbal (Ismiyati, Marlita, & Saidah, 2014). Data yang diambil dari pengujian ini berupa jumlah kandungan setiap gas yang terkandung pada emisi gas buang yang dihasilkan dalam satuan % seperti CO (*Carbon Monoxide*), CO₂ (*Carbon Dioxide*), O₂ (*Oxygen*), dan HC (*Hydrocarbon*) yang dinyatakan dalam satuan ppm. Kemudian untuk *lambda* (λ) yang merupakan nilai perbandingan campuran udara dengan bahan bakar atau dapat dikenal sebagai AFR (*Air Fuel Ratio*) dan dinyatakan tanpa satuan. Selanjutnya dilakukan perbandingan dari data emisi gas buang yang diperoleh dari pengujian sebelum dilakukan penggantian dan sesudah dilakukan penggantian tersebut. Apabila saat dilakukan uji emisi gas buang yang dihasilkan dari mesin setelah dilakukan penggantian knalpot dengan *catalytic converter* menunjukkan emisi gas buang yang lebih baik seperti misalnya kandungan HC dan CO yang lebih rendah dan nilai *lambda* (λ) yang mendekati satu, maka penggantian knalpot dengan *catalytic converter* pada sepeda motor Suzuki Shogun FL125 RR tahun 2008 telah berhasil membuat emisi gas buang yang dihasilkan lebih ramah lingkungan.

Sebagai pedoman, digunakan standar kadar emisi gas buang yang diijinkan di negara Indonesia. Sebagai pedoman, digunakan standar kadar emisi gas buang yang diijinkan di negara Indonesia. Di bawah ini merupakan tabel ambang batas emisi gas

buang kendaraan bermotor lama kategori L sesuai dengan peraturan Bupati Karawang nomor 13 tahun 2014 tentang pengujian ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor.

Tabel 2.1

Tabel Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama Kategori L

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda Motor 2 Langkah	< 2010	4.5	12000	Idle
Sepeda Motor 4 Langkah	< 2010	5.5	2400	Idle
Sepeda Motor (2 Langkah dan 4 Langkah)	≥ 2010	4.5	2000	Idle

Sumber : Pemerintah Kabupaten Karawang. (2014). Peraturan bupati karawang nomor 13 tahun 2014 tentang pengujian ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor. Pemerintah Kabupaten Karawang, p. 1. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161818/perbup-kab-karawangno-13-tahun-2014>

2.3.3 Pengujian *Dyno Test*

Pengujian *dyno test* dilakukan untuk mengetahui keluaran tenaga dan torsi mesin. *Dyno test* merupakan singkatan dari *dynamometer test*. *Dynamometer* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin dan torsi, kemudian daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung (Yani, 2022). *Dyno test* memanfaatkan putaran dari dinamo pada *roller* yang diputar menggunakan putaran roda kendaraan. Hasil dari pengukuran akan menampilkan tenaga dengan satuan HP (*Horse Power*) dan torsi dengan satuan Nm (*Newton meter*).

2.3.4 Pengujian *Noise Level*

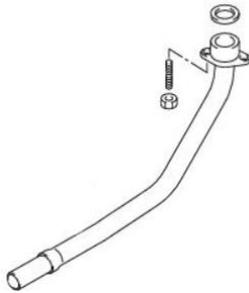
Pengujian *noise level* dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan dari kenalpot. Pengujian *noise level* menggunakan alat *sound level meter* atau Db meter. Db meter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat intensitas kebisingan. Db meter bekerja dengan menerima impuls getaran dari gelombang bunyi yang

kemudian ditampilkan pada layar digital. Hasil pengukuran akan menampilkan nilai tingkat kebisingan dengan satuan dB (desibel).

2.4 Komponen Penyusun Kenalpot

1. Exhaust Header

Exhaust header atau kepala kenalpot merupakan salah satu komponen pada kenalpot yang berfungsi untuk menghubungkan antara *exhaust manifold* dengan setiap bagian kenalpot lainnya, untuk kelancaran pembuangan gas sisa pembakaran. *Exhaust header* terletak pada bagian ujung depan kenalpot.



Gambar 2.1 Exhaust Header Suzuki Shogun FL125

Sumber : Suzuki Indonesia. (2023). Fig.12 muffler (fl125sc/sd/rd/rcdm/rmd).
<https://www.suzuki.co.id/eparts/shogun-fl125/engine/figure/7630>

2. Catalytic Converter

Catalytic converter merupakan suatu komponen yang dipasang di dalam kenalpot untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan dari asap yang dikeluarkan. Bentuk dari *catalytic converter* terlihat seperti sarang lebah yaitu berbentuk seperti jaring-jaring. Bahan komponen yang digunakan pada katalis umumnya menggunakan *platinum*, *rhodium*, dan *palladium* yang kemudian akan disatukan dengan menggunakan blok keramik. Gas sisa hasil pembakaran yang melewati logam katalis ini akan tersaring dan diurai menggunakan reaksi kimia sehingga zat polutan akan tersaring lebih banyak dan gas yang keluar akan menjadi lebih bersih (Moservice, 2022). Gas buang kendaraan bermotor mengandung senyawa-senyawa berbahaya, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NOx). Katalis kenalpot motor bekerja dengan mengubah senyawa-senyawa berbahaya tersebut menjadi senyawa yang lebih aman, seperti karbon dioksida (CO₂), air (H₂O), dan nitrogen (N₂).



Gambar 2.2 Catalytic Converter Sepeda Motor

Sumber : Nur, R., Misbachudin, M., & Wusko, I. U. (2023). Pengaruh penambahan variasi model catalyst pada kenalpot motor vixion 150 cc terhadap standar emisi gas buang dan kebisingan. *Jtam rotary*, 5(1), 31-38.

3. Muffler

Muffler merupakan salah satu bagian dari kenalpot yang berfungsi untuk mengurangi atau meredam suara bising yang dihasilkan oleh mesin saat gas buang keluar dari sistem kenalpot. Beberapa fungsi utama dari *muffler* adalah sebagai berikut:

- Meredam suara

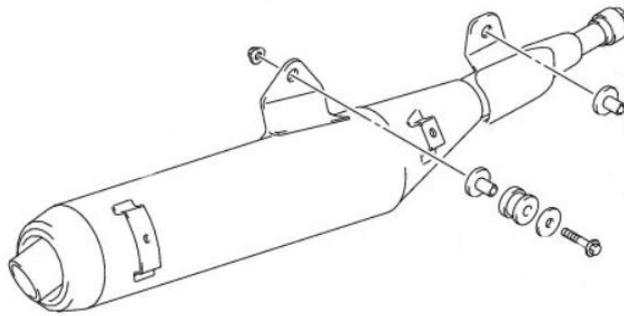
Muffler dirancang dengan bahan dan struktur khusus yang dapat meredam getaran dan suara bising yang dihasilkan dari hasil pembakaran pada ruang bakar. Dengan menggunakan peredam suara, kenalpot membantu mengurangi kebisingan yang dihasilkan oleh mesin, sehingga motor menjadi lebih nyaman dan ramah lingkungan.

- Mengontrol aliran gas buang

Selain meredam suara, *muffler* juga membantu mengontrol aliran gas buang yang keluar dari sistem kenalpot. Dengan mengatur aliran gas buang, *muffler* membantu menciptakan tekanan yang tepat dalam sistem kenalpot untuk mendukung kinerja mesin yang lebih baik.

- Meningkatkan kinerja mesin

Beberapa desain *muffler* juga dapat mempengaruhi kinerja mesin dengan cara mengatur kembali aliran gas buang dan memberikan sedikit efek dorongan pada tenaga atau torsi mesin.



Gambar 2.3 Muffler Suzuki Shogun FL125

Sumber : Suzuki Indonesia. (2023). Fig.12 muffler (fl125sc/sd/rd/rcdm/rmd).
<https://www.suzuki.co.id/eparts/shogun-fl125/engine/figure/7630>

1. *Glasswool*

Glasswool merupakan bahan isolasi panas yang umumnya digunakan dalam knalpot motor. Fungsi utama *glasswool* pada knalpot motor adalah sebagai peredam suara dan pengontrol panas. *Glasswool* digunakan di dalam rongga knalpot untuk meredam getaran dan suara yang dihasilkan oleh gas buang saat melewati sistem knalpot. Serat kaca pada *glasswool* menyerap dan memantulkan gelombang suara, sehingga membantu mengurangi kebisingan dan menciptakan suara yang lebih rendah dan lebih halus. Selain meredam suara, *glasswool* juga berfungsi sebagai bahan isolasi panas yang membantu mengontrol dan menyerap sebagian besar panas tersebut. Dengan cara ini, *glasswool* membantu mencegah knalpot terlalu panas dan melindungi bagian-bagian kendaraan yang berdekatan agar tidak terkena suhu yang sangat tinggi (Hasan, et al., 2014).



Gambar 2.4 Bahan Peredam *Glasswool* Dalam Bentuk Lembaran

Sumber : Hasan, A. A., Maksum, H., & Fernandez, D. (2014). Analisis Perbandingan Penggunaan Bahan Peredam Suara *Glass Wool*, *Stainless Wool*, dan *Fibre Glass* Terhadap Tingkat Kebisingan Pada Sepeda Motor Empat Langkah. *Automotive Engineering Education Journals*.