

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN KNALPOT SEPEDA MOTOR *MATIC* BERBAHAN *STAINLESS STEEL* GUNA MENURUNKAN EMISI GAS BUANG MENGGUNAKAN APLIKASI *SOLIDWORKS*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

DANDI SAPTO HADI
1607230114



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dandi Sapto Hadi
NPM : 1607230114
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Knalpot Sepeda Motor Matic
Berbahan Stainless Steel Guna Menurunkan
Emisi Gas Buang Menggunakan Aplikasi
Solidworks
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 2 April 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji



Beki Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Dandi Sapto Hadi
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Morawa/28 Desember 1998
NPM : 1607230114
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Rancang Bangun Knalpot Sepeda Motor *Matic* Berbahan *Stainless Steel* Guna Menurunkan Emisi Gas Buang Menggunakan Aplikasi *Solidworks*”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 2 April 2021

Saya yang menyatakan,



Dandi Sapto Hadi

ABSTRAK

Knalpot memiliki fungsi yaitu untuk membuang gas buang hasil pembakaran, akan tetapi knalpot standar yang terbuat dari besi memiliki sifat mudah korosi sehingga tidak mampu menurunkan emisi gas buang gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran pada ruang bakar. Dimana pembakaran yang tidak sempurna dapat menghasilkan senyawa *Hidrokarbon (HC)*, dan *Carbon monoksida (CO)*, senyawa ini memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan manusia, salah satunya adalah akan menimbulkan sakit kepala dan gangguan pernafasan apabila senyawa ini terhirup terlalu banyak ketika bernafas. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukanlah penelitian ini. Pembuatan knalpot berbahan *Stainless steel* dengan menggunakan aplikasi *Solidworks*, bahan *Stainless steel* dipilih karena memiliki kandungan 12% *kromium* yang mana mencegah dari terjadinya korosi dengan sifatnya yang tahan korosi tersebut diharapkan mampu menurunkan emisi gas buang. Knalpot berbahan *Stainless steel* didesain sedemikian rupa menggunakan aplikasi *Solidworks* dengan membuat dua sekat pada bagian dalam *silencer* pembuatan sekat ini bertujuan untuk menghambat aliran emisi gas buang agar tertahan sedikit lebih lama di dalam tabung *silencer*, dengan emisi gas buang yang tertahan tersebut maka temperatur panas dari emisi gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran pada ruang bakar dapat dimanfaatkan untuk memanaskan bahan *Stainless steel* dengan bahan *Stainless steel* yang terpanaskan diharapkan mampu menurunkan emisi gas buang. Setelah dilakukan pengujian pada knalpot modifikasi maka didapatkan hasil yaitu 0,01% untuk unsur (*CO*), dan 20ppm untuk unsur (*HC*), jika dibandingkan dengan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor berdasarkan peraturan Kemen LH No. 5 Tahun 2006 dimana batas unsur senyawa (*CO*) yaitu 5,5%, dan batas unsur (*HC*) yaitu 2400ppm, maka nilai tersebut sudah sangat jauh berbeda dan dapat disimpulkan bahwa knalpot modifikasi sudah cukup baik dalam menurunkan emisi gas buang.

Kata kunci: Knalpot, *Hidrokarbon (HC)*, *Carbon monoksida (CO)*, *Solidworks*, *Stainless steel*.

ABSTRACT

Muffler has a function, namely to dispose of combustion exhaust gases, but standard exhaust made of iron has corrosion properties so it is unable to reduce exhaust gas emissions generated by combustion in the combustion chamber. Where incomplete combustion can produce hydrocarbons (HC) and carbon monoxide (CO), these compounds have a bad impact on human health, one of which is that it will cause headaches and respiratory problems if these compounds are inhaled too much when breathing. To overcome this problem, this research was conducted. The manufacture of exhaust made from stainless steel using the Solidworks application, stainless steel was chosen because it contains 12% chromium which prevents corrosion from occurring with its corrosion-resistant nature which is expected to be able to reduce exhaust gas emissions. Stainless steel exhaust is designed in such a way as to use the Solidworks application by making two bulkheads on the inside of the silencer making this bulkhead aim to inhibit the flow of exhaust emissions so that they are held a little longer in the silencer tube, with the retained exhaust emissions the heat temperature of the emissions. The exhaust gas produced by combustion in the combustion chamber can be used to heat stainless steel with heated stainless steel which is expected to reduce exhaust emissions. After testing the modified exhaust, the results obtained are 0.01% for the element (CO), and 20ppm for the element (HC), when compared to the exhaust emission threshold for motorized vehicles based on the Ministry of Environment Regulation No. 5 of 2006, where the element limit for compounds (CO) is 5.5%, and the element limit (HC) is 2400ppm, then these values are very different and it can be concluded that modified exhaust is good enough in reducing exhaust emissions.

Keywords: Exhaust, Hydrocarbons (HC), Carbon monoxide (CO), Solidworks, Stainless steel.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah subhana wataala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Knalpot Sepeda Motor Matic Berbahan Stainless Steel Guna Menurunkan Emisi Gas Buang Menggunakan Aplikasi Solidworks” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Dan tak lupa pula sholawat dan salam penulis hadiahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad shallallahu alaihi wasallam yang telah menyelamatkan kita dari zaman kebodohan hingga zaman yang dipenuhi teknologi seperti sekarang ini.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya Suyadi dan Asnawati, yang telah bersusah payah mendukung, membiayai studi penulis, dan senantiasa mendoakan yang terbaik untuk saya
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bektu Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada saya.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman satu Angkatan saya yang telah banyak membantu dan mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, 2 April 2021

Dandi Sapto Hadi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Teori Emisi Gas Buang	4
2.1.1. Sumber Polusi Kendaraan Bermotor	4
2.1.2. Rumus Emisi Gas Buang	5
2.1.3. Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor	5
2.1.4. Dampak Pencemaran Udara	6
2.1.5. Dampak Pada Kesehatan	6
2.2. Knalpot	6
2.2.1. Jenis Knalpot Ada Dua	7
2.2.2. Bagian-bagian Knalpot	7
2.3. Bahan Bakar Minyak (BBM)	8
2.4. Stainless Steel	9
2.5. Gas Analyzer	10
BAB 3 METODOLOGI	12
3.1. Tempat dan Waktu	12
3.1.1. Tempat	12
3.1.2. Waktu	12
3.2. Bahan dan Alat	12
3.2.1. Bahan	12
3.2.2. Alat-alat	13
3.3. Bagan Alir Penelitian	16
3.4. Rancangan Alat Penelitian	17
3.5. Prosedur Penelitian	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Tahap Pembuatan dan Pengujian	19
4.1.1. Tahapan Perancangan dan Pembuatan	19
4.1.2. Anggaran Biaya Pembuatan Knalpot	24

4.1.3. Tahapan Pengujian	25
4.2. Hasil Pengujian Dengan Menggunakan Gas Analyzer	31
4.3. Pembahasa dan Grafik Hasil Pengujian	31
4.3.1. Data Perbandingan Pengujian Knalpot standart dan knalpot modifkasi	31
4.3.2. Persentase Emisi dan Penurunan Emisi	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor (kemen LH No.05 tahun 2006)	5
Tabel 2.2. Dampak gas emisi terhadap Kesehatan (Sumber : Laporan WHO-Europe 2004 dalam Rimantho 2010)	6
Tabel 2.3. Spesifikasi BBM Pertalite	8
Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	12
Tabel 3.2. Spesifikasi Yamaha X-ride 2013	13
Tabel 3.3. spesifikasi gas analyzer	14
Tabel 4.1. <i>Part-part</i> knalpot modifikasi	23
Tabel 4.2. Anggaran biaya pembuatan knalpot	24
Tabel 4.3. Data pengujian emisi gas buang pada knalpot modifikasi	31
Tabel 4.4. Data perbandingan pengujian emisi gas buang antara Peraturan Kemen LH dan knalpot modifikasi	32
Tabel 4.5. Data persentase (CO) pada emisi dan penurunan emisi gas buang	32
Tabel 4.6. Data persentase (HC) pada emisi dan penurunan emisi gas buang	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Knalpot standar Yamaha X-ride	1
Gambar 2.2. <i>Stainless steel</i>	9
Gambar 2.3. Gas Analyzer	11
Gambar 3.1. Knalpot hasil desain dan modifikasi	18
Gambar 4.1. Tabung <i>silencer</i>	19
Gambar 4.2. <i>Header</i> knalpot	20
Gambar 4.3. Saringan dalam knalpot	20
Gambar 4.4. Tutup tabung <i>silencer</i>	20
Gambar 4.5. Proses pengelasan knalpot	21
Gambar 4.6. Saringan knalpot sesuai desain	21
Gambar 4.7. Knalpot setelah selesai dibuat	22
Gambar 4.8. Knalpot setelah selesai pembuatan	22
Gambar 4.9. Sepeda motor Yamaha X-ride	25
Gambar 4.10. Knalpot yang telah dimodifikasi	25
Gambar 4.11. Proses pemasangan saringan knalpot	26
Gambar 4.12. Tabung bagian dalam knalpot modifikasi	27
Gambar 4.13. Memasang knalpot pada sepeda motor	27
Gambar 4.14. Mesin Yamaha X-ride	28
Gambar 4.15. Mengukur Rpm menggunakan tachometer	28
Gambar 4.16. Pengukuran kecepatan angin dan tempratur gas buang	29
Gambar 4.17. Probe pada knalpot modifikasi	29
Gambar 4.18. Pengujian pada knalpot	30
Gambar.4.19. Data hasil pengujian	31
Gambar 4.20. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO yang dihasilkan	33
Gambar 4.21. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO yang dihasilkan.	34

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Knalpot memiliki fungsi yaitu untuk membuang gas buang hasil pembakaran, Knalpot memiliki tiga bagian yaitu *Header*, *Resonator*, dan *Silincer*, akan tetapi Knalpot standar yang terbuat dari besi memiliki sifat mudah korosi sehingga tidak mampu menurunkan emisi gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran pada ruang bakar. Dimana pembakaran yang tidak sempurna dapat menghasilkan senyawa *Hidrokarbon (HC)*, dan *Carbon monoksida (CO)*, senyawa ini memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan manusia, salah satunya adalah akan menimbulkan sakit kepala dan gangguan pernafasan apabila senyawa ini terhirup terlalu banyak ketika bernafas.

Katalitik konverter merupakan alat yang mampu menyelesaikan masalah di atas akan tetapi harga dari katalitik konverter itu sendiri masih tergolong cukup mahal sehingga masyarakat sedikit sulit untuk membelinya. Karena menurut (Kemen LH No. 05 Tahun 2006) Ambang batas emisi kendaraan bermotor untuk sepeda motor 4 langkah adalah 5.5 % untuk senyawa *Carbon monoksida (CO)*, dan 2400 ppm untuk senyawa *Hidrokarbon (HC)*, Maka dari itu dilakukanlah penelitian ini yang mana akan merancang suatu alat yang mampu menurunkan emisi gas buang namun dengan harga yang dapat dijangkau oleh masyarakat umum. Knalpot berbahan *Stainless steel*, Knalpot ini dibuat menggunakan bahan *Stainless steel* baik itu bagian *Header*, *Resonator*, maupun *Silincer*, bahan *Stainless steel* sendiri mengandung setidaknya 12% *kromium* yang mana dapat mencegah dari terjadinya korosi dengan sifatnya yang tahan korosi tersebut diharapkan mampu menurunkan emisi gas buang terutama pada senyawa *Hidrokarbon (HC)*, dan *Carbon monoksida (CO)* dan dengan sifatnya yang tahan korosi tersebut diharapkan dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama.

Knalpot berbahan *Stainless steel* didesain sedemikian rupa menggunakan aplikasi *solidworks* dengan membuat dua sekat pada bagian dalam silencer pembuatan sekat ini bertujuan untuk menghambat aliran emisi gas buang agar tidak langsung keluar, dengan aliran emisi gas buang yang bertabrakan dengan

sekat tersebut maka akan terjadi turbulensi sehingga aliran emisi gas buang tertahan sedikit lebih lama di dalam *tabung silencer*, dengan begitu temperatur panas dari emisi gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran ruang bakar dapat dimanfaatkan untuk memanaskan bahan *Stainless steel*, dengan memanfaatkan panas gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran pada ruang bakar tersebut nantinya akan membuat bahan *Stainless steel* membara dan dengan bahan *Stainless steel* yang membara maka akan menurunkan emisi gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran pada ruang bakar terutama pada unsur senyawa *Hidrokarbon (HC)* dan *Carbon monoksida (CO)*.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan knalpot motor *matic* menggunakan bahan *stainless steel* guna mengurangi pencemaran udara.
2. Bagaimana desain knalpot yang arah aliran gas buangnya dapat memanaskan *stainless steel* dengan baik.
3. Bagaimana emisi gas buang setelah diaplikasikan knalpot menggunakan bahan *stainless steel*.

1.3. Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini bahan yang akan digunakan adalah *stainless steel*, bahan *stainless steel* yang akan dibuat sedemikian rupa sesuai desain yang telah dibuat guna mengikuti bentuk dari knalpot standar itu sendiri, knalpot didesain menggunakan aplikasi *solidworks*, dan akan dilakukan pengujian pada tingkat Rpm tetap yaitu 1120 Rpm kemudian membandingkan hasil dari pengujian knalpot modifikasi dengan ambang batas emisi kendaraan bermotor berdasarkan Kemen LH No. 05 tahun 2006 .

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan knalpot sepeda motor *matic* menggunakan bahan *stainless steel* guna menurunkan emisi gas buang.

2. Menghasilkan knalpot yang arah aliran gas buang dapat memanaskan bahan *stainless steel* dengan baik.
3. Mengetahui emisi gas buang setelah diaplikasikan knalpot menggunakan bahan *stainless steel*.

1.5. Manfaat

Dari segi teoritis manfaat yang akan didapat dari hasil penelitian ini adalah akan memberi dampak positif dalam dunia otomotif karena akan memberi suatu ide kepada produsen otomotif dalam masalah pengendalian emisi gas buang. Dan akan memberikan solusi kepada masyarakat untuk mengurangi pencemaran udara maupun dampak negatif bagi kesehatan manusia, dari bahayanya emisi gas buang kendaraan bermotor.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Emisi Gas Buang

Emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran dalam mesin kendaraan merupakan salah satu sumber polusi udara. Emisi gas buang yang dihasilkan berupa *karbon monoksida (CO)*, *karbon dioksida (CO₂)*, *hidrokarbon (HC)*, dan *oksida nitrogen (NO_x)*. Bahan bakar secara umum mengandung unsur-unsur karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen dan belerang. Dalam pembakaran sempurna, gas buang hasil pembakaran berupa *karbon dioksida (CO₂)* dan air (H₂O) serta udara yang tidak terlibat pembakaran. Namun pembakaran sempurna sulit dicapai, sehingga terdapat gas buang hasil pembakaran lain seperti CO, HC, dan juga NO_x, karena 79% udara untuk pembakaran terdiri dari nitrogen.

2.1.1. Sumber Polusi Kendaraan Bermotor

Ada empat sumber polusi yang berasal dari kendaraan bermotor, yaitu:

1. Pipa gas buang (knalpot) adalah sumber yang paling utama (65-85%) dan mengeluarkan *hidro karbon (HC)* yang terbakar maupun tidak terbakar, bermacam-macam *nitrogen oksida (NO_x) karbon monoksida (CO)* dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida, dan oksigen yang lain.
2. Bak oli adalah sumber kedua (20%) dan mengeluarkan *hidro karbon (HC)* yang terbakar maupun tidak.
3. Tangki bahan bakar adalah faktor yang disebabkan oleh cuaca panas dengan kerugian penguapan *hidro karbon mentah (5%)*
4. Karburator adalah faktor lainnya, terutama pada saat berkendara pada posisi kondisi macet dengan cuaca panas, dengan kerugian penguapan dan bahan bakar mentah (5-10%).

Tabel 2.1. Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor (kemen LH No.05 tahun 2006)

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

2.1.2. Rumus Emisi Gas Buang

a. Rumus mencari rata-rata mencari nilai emisi gas buang

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Banyaknya Data}} \quad (1)$$

b. Rumus persentase emisi

$$\text{persentase emisi} = \frac{\text{rata-rata emisi knalpot modifikasi}}{\text{Ambang batas emisi menurut Kemen LH}} \times 100\% \quad (2)$$

c. Rumus persentase penurunan emisi

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100\% - \text{persentase emisi} (\%) \quad (3)$$

2.1.3. Dampak Gas Buang Kedaraan Bermotor

Gas buang kendaraan bermotor sebenarnya terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti *nitrogen*, *karbon dioksida* dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah *karbon monoksida (CO)*, berbagai senyawa *hidro karbon*, berbagai *oksida nitrogen (NOx)* dan sulfur (*SOx*), dan partikulat debu termasuk timbel (PB). Bahan bakar tertentu seperti *hidro karbon* dan timbel organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. (Tugaswati, A. Tri 2013).

2.1.4. Dampak Pencemaran Udara

Gas buang kendaraan bermotor sebenarnya terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah *karbon monoksida (CO)*, berbagai senyawa *hidro karbon*, berbagai *oksida nitrogen (NOx)*, dan *sulfur (SOx)*, dan partikulat debu termasuk timbel (PB). Pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 proses yaitu (*atrition, vapoization, dan combustion*). (Mukono, 1997).

2.1.5. Dampak pada kesehatan

Tabel 2.2. Dampak gas emisi terhadap Kesehatan (Sumber : Laporan WHO-Europe 2004 dalam Rimantho 2010)

Pencemar	Dampak
CO (Carbon Monoksida)	Mengganggu konsentrasi dan refleksi tubuh, menyebabkan kantuk dan dapat memperparah penyakit kardiovaskular akibat defisiensi oksigen. CO mengikat hemoglobin sehingga jumlah oksigen dalam darah berkurang.
CO ₂ (Carbon Dioksida)	Meningkatkan resiko penyakit paru-paru dan menimbulkan batuk pada pemajanan singkat dengan konsentrasi tinggi.
HC (Hidro Krabon)	Mengakibatkan iritasi pada mata, batuk, rasa mengantuk, bercak kulit, dan perubahan kode genetik.
Nox	Meningkatkan total mortalitas, penyakit kardiovaskular, mortalitas pada bayi, serangan asma, dan penyakit paru-paru kronis.

2.2. Knalpot

Knalpot alias gas buang itu bukan semata fungsinya menyalurkan sisa pembakaran. Knalpot masih satu kesatuan dari proses langkah buang. Pada knalpot inilah, efek turbulensi terus menerus terjaga. Dengan knalpot, aliran turbulensi gas buang diubah jadi gaya pendorong piston ke TMB. Kemungkinan mesin dapat hidup tanpa knalpot ada, akan tetapi resikonya besar dan turbulensi kecil. Setelah bahan bakar meledak, waktu mengembangnya terlalu singkat. Efek pusaran turbulensi buyar, karena cepat dimuntahkan lewat lubang buang dan hilang ditelan udara bebas. Fungsi lain knalpot sebagai peredam getaran. Getaran

akibat naik turun piston dari kepala silinder diteruskan ke bodi knalpot, rangka dan sasis, sehingga getaran mesin tidak keterlaluan (Siregar, A. Marabdi 2019).



Gambar 2.1. Knalpot standar Yamaha X-ride

2.2.1. Jenis Knalpot ada dua, antara lain:

1. Knalpot *chamber*, konstruksi knalpot chamber seperti pada knalpot standart, dan knalpot ini baik bekerja pada putaran bawah.
2. Knalpot *free flow*, konstruksi dari knalpot free flow baik bekerja pada mesin dengan putaran tinggi. Knalpot dimana sistem pelepasan gas buang lebih ringkas dan singkat turbulensinya, sehingga dikenal dengan sistem pembuangan los (*free flow*) dan karena ini bermunculan knalpot racing.

Knalpot racing pasti tanpa sekat kamarnya. Ini mempercepat turbulensi. Sepenuhnya pengolah turbulensi terakhir diserahkan ke peredam suara atau silinder. Hanya saja membuat Knalpot mesti ada hitungan sesuai volume arus masuk.

2.2.2. Bagian-bagian Knalpot

Berikut ini adalah bagian bagian dari knalpot pada kendraan bermotor:

1. *Header*; *Header* merupakan bagian ujung knalpot yang dipasangkan kepada mesin. Jumlah *header* pada knalpot sangat tergantung dengan berapa banyak silinder yang diperlukan atau dimiliki oleh mesin kendaraan. Fungsi utama dari *header* adalah menghubungkan keseluruhan dari sistem knalpot dengan sistem buang yang dimiliki suatu kendaraan bermotor.

2. *Resonator*; Bagian kedua dari knalpot adalah *resonator* atau biasa yang kita kenal dengan knalpot. *Resonator* banyak dimiliki oleh kendaraan bermotor yang berfungsi untuk mengolah bunyi bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran mesin.
3. *Silencer*; *Silencer* juga memiliki fungsi yang mirip dengan *resonator*, untuk membantu meminimalisir suara bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran dari kendaraan bermotor.

2.3. Bahan Bakar Minyak (BBM)

Spesifikasi yang dimiliki pertalite yang bersumber dari web resmi PT Pertamina berdasarkan keputusan Dirjen Migas No.313.K/10/DJ.T/2013 tentang Standar dan Mutu Bahan Bakar Bensin 90 yang dipasarkan di dalam negeri. Adapun keunggulan produk bahan bakar terbaru dari Pertamina adalah tidak menimbulkan kotoran atau kerak pada mesin. Bahannya yang tidak mengandung logam dan timbal sesuai dengan program Langit Biru milik kementerian lingkungan. Selain itu, dengan menggunakan Pertalite, pembakaran mesin Anda dapat lebih optimal daripada Premium. Sehingga mesin lebih bertenaga dan halus. Bahan adiktif dan pewarnanya pun lebih berkualitas jika di bandingkan dengan Premium. Spesifikasi BBM Pertalite diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 2.3. Spesifikasi BBM Pertalite (<https://www.otosia.com/berita/ini-kandungan-detail-pertalite-menurut-standar-mutu-bahan-bakar-bensin.html>)

	Kandungan	Keterangan
0		
	Kadar oktan	: 90-91
1		
2	Kandungan sulfur maksimal	: 0,05% m/m (setara dengan 500ppm)
3	Kandungan timbal	: Tidak ada
4	Kandungan Logam	: Tidak ada
5	Bensin maksimal	: 2,0%
6	Berat jenis	: Maksimal 770 kg/m ³ minimal 715 kg/m ³ (pada 15°C)
7	Penampilan	: Jernih dan terang

2.4 . *Stainless Steel*

Stainless steel (SS) adalah paduan besi dengan minimal 12% kromium. Komposisi ini membentuk protective layer (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap krom yang terjadi secara spontan. Ternyata harus dibedakan mekanisme protective layer ini dibandingkan baja yang dilindungi oleh coating (misal seng dan cadmium) ataupun cat.

Meskipun seluruh kategori SS didasarkan pada kandungan krom (Cr), namun unsur paduan lainnya ditambahkan untuk memperbaiki sifat-sifat SS sesuai aplikasinya. Kategori SS tidak halnya seperti baja lain yang didasarkan pada presentase karbon tetapi didasarkan pada struktur metalurginya. Menurut Muharam, dkk. (2012) empat golongan SS adalah Austenitic, Ferritic, dan Duplex.



Gambar 2.2. *Stainless steel* (<http://samahtrd.com/product/stainless-steel-plate/>)

a. Keuntungan menggunakan Stainless Steel:

- 1) Tahan korosi yang tinggi, yang memungkinkan untuk digunakan dalam lingkungan yang ketat.
- 2) Api dan tahan panas memungkinkan scaling dan mempertahankan kekuatan pada temperatur tinggi.
- 3) Higienis, tidak berpori, permukaan ditambah dengan kemampuan membersihkan dengan mudah dari stainless membuatnya pilihan utama untuk aplikasi yang memerlukan kontrol kebersihan yang ketat, seperti rumah sakit, dapur, dan tanaman pangan lainnya pengolahan.

- 4) Estetika penampilan, memberikan penampilan yang modern dan menarik untuk aplikasi logam yang paling arsitektur.
 - 5) Cerah, dan mudah dipelihara permukaan sehingga pilihan yang mudah untuk aplikasi yang menuntut permukaan menarik setiap saat.
 - 6) Keuntungan dari kekuatan yang memungkinkan untuk digunakan dengan ketebalan material berkurang selama konvensional, sering kali menghasilkan penghematan biaya.
 - 7) Kemudahan fabrikasi karena penggunaan modern pembuatan baja teknik yang memungkinkan stainless steel yang akan dipotong, mesin, dibuat, dilas, dan terbentuk, sama mudahnya seperti baja tradisional.
 - 8) Ketahanan terhadap dampak bahkan pada variasi suhu ekstrim.
 - 9) Nilai jangka panjang yang dibuat oleh siklus hidup panjang manfaatnya sering menghasilkan pilihan bahan yang murah jika dibandingkan dengan logam lainnya.
- b. Kerugian menggunakan Stainless Steel:
- 1) Tinggi biaya awal, terutama ketika logam alternatif yang dipertimbangkan.
 - 2) Kesulitan dalam fabrikasi. Ketika mencoba untuk membuat stainless steel tanpa menggunakan mesin teknologi tinggi dan teknik yang tepat, dapat menjadi logam sulit untuk ditangani. Hal ini dapat sering menghasilkan limbah mahal dan kembali bekerja.
 - 3) Kesulitan dalam pengelasan karena disipasi yang cepat panas yang juga dapat menghasilkan potongan hancur atau biaya pemborosan tinggi.
 - 4) Tinggi biaya pemolesan akhir dan finishing.

2.5. Gas Analyzer

Gas Analyzer adalah alat untuk menganalisis kandungan gas yang keluar dari knalpot kendaraan, gas analyzer termasuk OIML Class tipe O. Star gas dapat mengetahui besar dari CO, CO₂, HC, O₂, NOX (optimal), Lamda, RPM, temperatur mesin, untuk mengetahui putaran mesin melalui pengisian baterai.



Gambar 2.3. Gas Analyzer

Gas analyzer multi fungsi dalam penggunaan, tanpa membutuhkan disambungkan dalam perangkat komputer (PC) dalam penggunaannya. Alat ini dapat digunakan dengan mudah untuk mengukur gas dari mesin bensin atau diesel. Alat ini menggunakan layar LCD yang dapat menampilkan pembacaan secara detail dan juga dapat di sambungkan dengan perangkat komputer (PC). Dalam pengujian hasilnya dapat diketahui dari print out setelah pengujian, lembar kertas pengujian dapat dijadikan sebagai bukti pengujian emisi.

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian ini yaitu di Laboratorium Teknik Mesin SMK PAB 1 Helvetia, Jl. Veteran, Tj. Gusta, Kec. Sunggal, Kab. Deli Serdang, 20243.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal di sahkannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan di kerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai di nyatakan selesai.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Waktu (bulan)							
		Februari	Maret	April	Mei	juni	Juli	Agustus	September
1	Pengajuan Judul	■							
2	Studi Litelatur	■							
3	Desain Alat		■						
4	Perakitan Alat			■					
5	Pengujian Alat				■				
6	Pengolahan Data				■	■			
7	Penulisan Laporan				■	■	■	■	■
8	Seminar dan Sidang						■	■	■

3.2. Bahan Dan Alat

3.2.1. Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Kertas untuk gambar sketsa dan print-out gambar rancangan knalpot yang dimodifikasi serta didesain. Kertas juga diperlukan untuk mencatat saat penelitian.
2. Besi pipa *Stainless Steel*, besi pelat *Stainless Steel*, untuk pembuatan modifikasi knalpot.
3. BBM Pertalite, bahan bakar minyak yang akan digunakan untuk diuji.

4. Saringan dalam knalpot berbahan *Stainless Steel*

3.2.2. Alat-alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komputer

Komputer yang dilengkapi dengan aplikasi *solidworks* untuk merancang part knalpot atau susunan part knalpot yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2D (drawing) untuk gambar proses permesinan dan menggambar teknik dari rancangan desain knalpot.

2. Sepeda motor yamaha x-ride tahun 2013 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.2. Spesifikasi Yamaha X-ride 2013

Keterangan	Spesifikasi
Tipe rangka	: Steel Underbone / Pipa baja tulang bawah
Suspensi depan	: Teleskopik
Suspensi belakang	: Unit swing, Suspensi tunggal
Rem belakang	: Cakram hidrolik dengan piston tunggal
Ban depan	: 70/90-14 M/C 34P
Ban belakang	: 100/90-14 M/C 51P
Panjang X Lebar X Tinggi	: 1.880 X 745 X 1.085 mm
Jarak poros roda	: 1.275 mm
Jarak ke tanah	: 152 mm
Berat	: 98 kg
Kapasitas bensin / oli	: 4.8 Liter / Total: 0.85-Perawatan berkala: 0.74 Liter
Tipe mesin	: 4 Langkah, 2 valve SOHC
Diameter X langkah	: 50.0 mm X 57.9 mm
Volume silinder	: 113.7 cc
Daya maksimum	: 7.75 PS / 8.500 rpm
Torsi maksimum	: 8.5 N.m (0.87 kgf.m) / 5.000 rpm
Perbandingan kompresi	: 9.3:1
Tipe kopling	: Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Sistem pelumasan	: Basah
Sistem starter	: Electric starter & kick starter
Sistem pendingin	: Pendingin udara dengan kipas
Sistem bahan bakar	: Fuel injection sistem (YMJET-FI)
Tipe transmisi	: Otomatis, V-belt matic
Battery	: YTZ4V / GTZ4V (MF Battery)
Sistem pengapian	: TCI (Transistor Control Ignition)
Tipe busi	: CR6HSA (Ngk) / U20FSR-U (Denso)

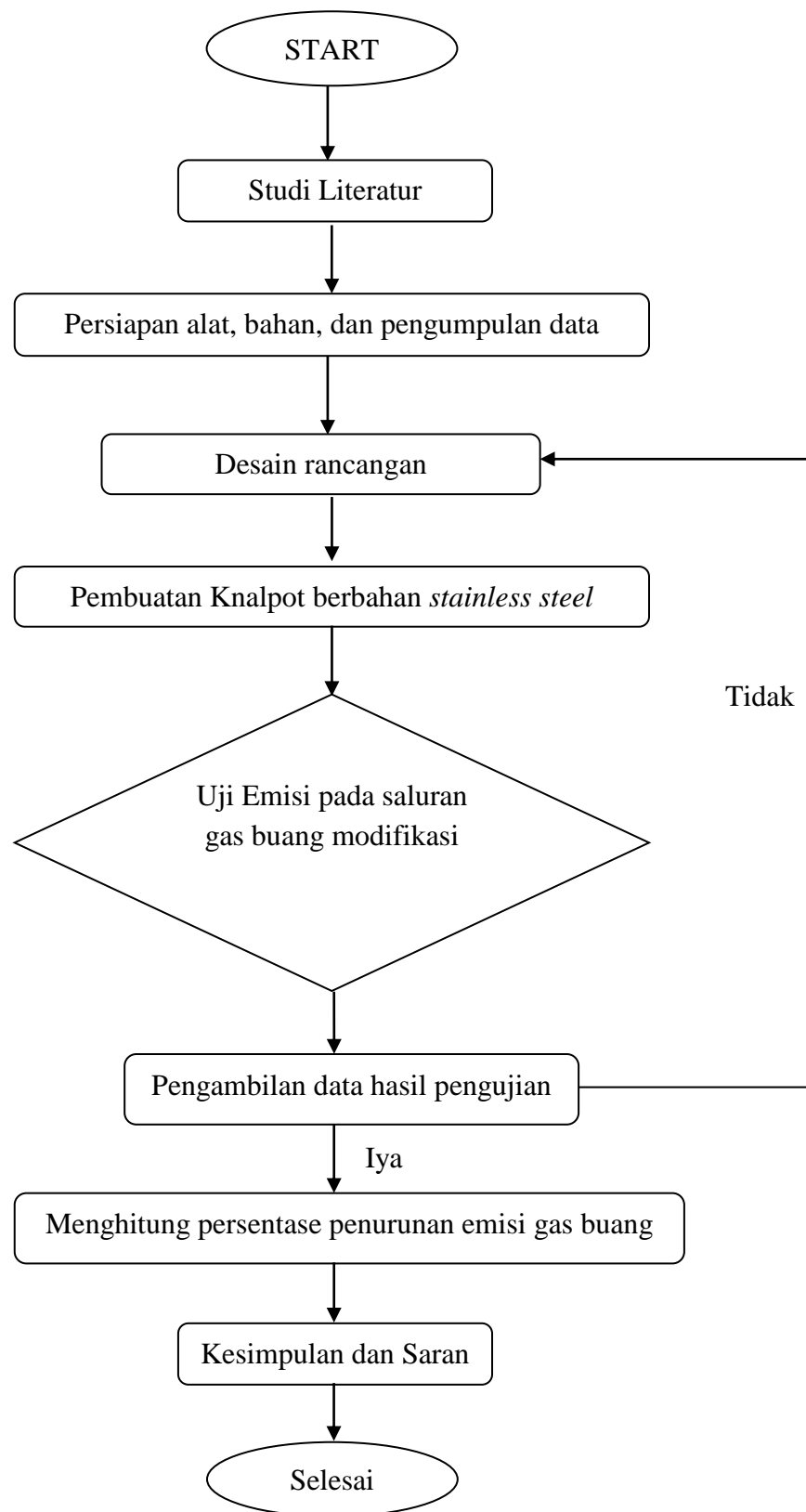
3. Kunci pas, obeng, kunci shock, dan kunci lainnya untuk membuka dan memasang knalpot yang telah dimodifikasi serta didesain.
4. Ragum
Untuk menjepit benda yang akan dikerjakan
5. Bor
Untuk melubangi pada saluran part knalpot
6. Gerinda
Untuk memotong bahan pembuatan part knalpot
7. Mesin las listrik biasa dan las stainless steel
Untuk menyambung part knalpot
8. Gas Analyzer
Sebagai alat instrumet yang bermanfaat untuk mengukur proporsi dan komposisi dari gabungan gas. Gas yang bisa diukur dari perangkat ini ialah gas *karbon dioksida (CO₂)*, *karbon monoksida (CO)*, dan *hidro karbon (HC)*. Spesifikasi gas analyzer sebagai berikut:

Tabel 3.3. spesifikasi gas analyzer

Parameters	Range	Resolution
O ₂	0 – 25%	0,01%
CO	0 – 9,999%	0,1%
CO ₂	0 – 20%	0,01%
HC	0 – 10,000 ppm	1 ppm
Nox	0 – 5,000 ppm	1 ppm
AFR	0,0 – 99,0	0,01
Measuring Item	CO, HC, CO ₂ , O ₂ , (air surplus rate)	
Measuring Method	HC, CO, CO ₂ -NDIR (Nondispersive infrared) O ₂ , NOx-Electro Chemical	
Repeatability	Less than ± 2% FS	
Response Time	Within 10 seconds (more than 90%)	
Warming up time	2 – 8 minutes	
Flow rate	4 – 6 L/min	
Power supply	220V	
Printer tipe	Built-in thermal sprinter	

9. Probe
Sebagai alat yang dimasukkan kedalam knalpot untuk menghubungkan ke gas analyzer.
10. Stopwatch
Sebagai alat untuk menghitung waktu pada saat melakukan pengujian.
11. Tachometer
Untuk mengukur putaran mesin.
12. Anemometer
Untuk mengukur kecepatan angin gas buang sepeda motor.

3.3. Bagan Alir penelitian



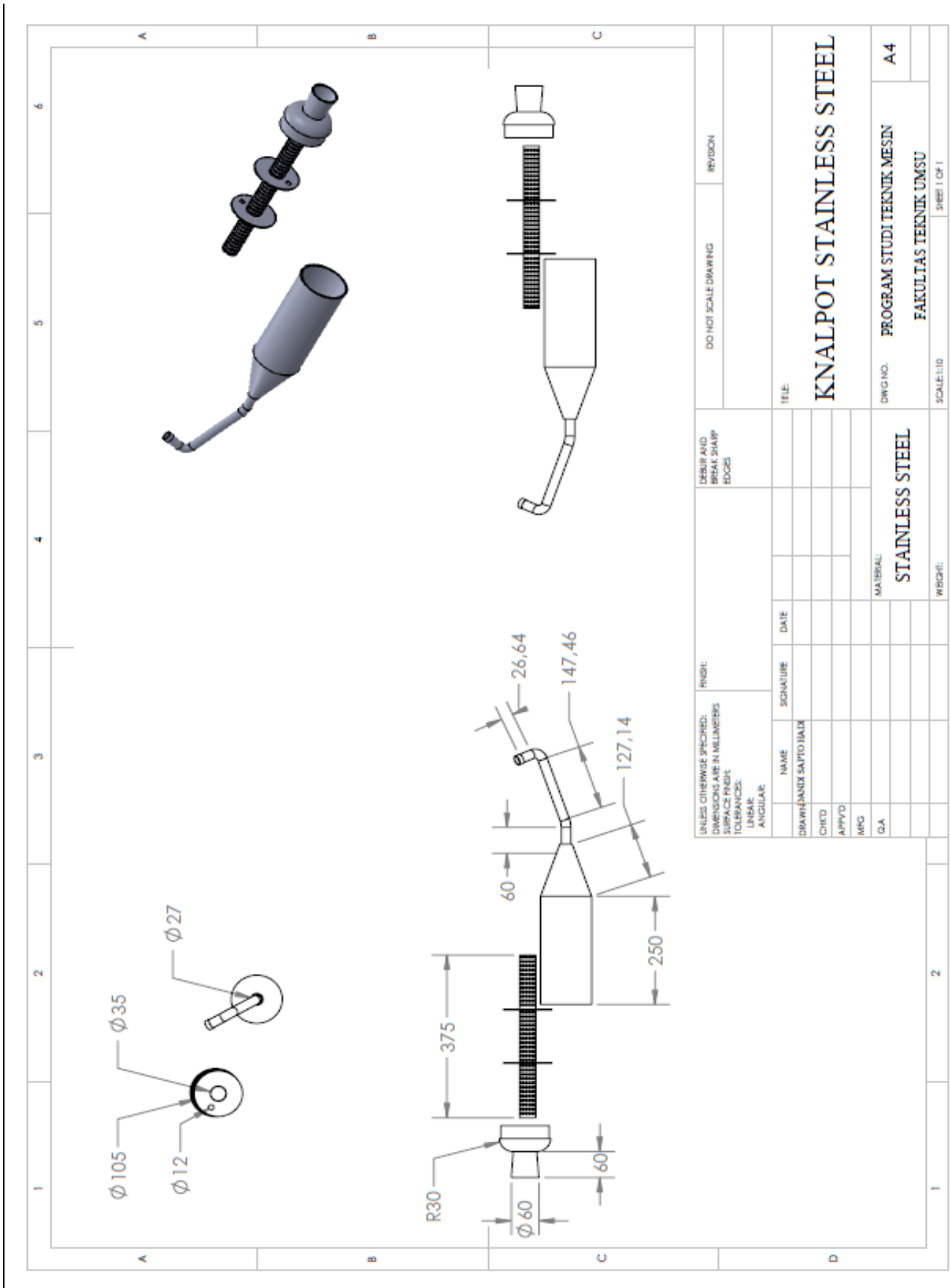
3.4. Rancangan alat penelitian

Knalpot didesain dengan menggunakan *Solidworks* supaya memudahkan dalam pembuatan. Dengan *Solidworks* maka dapat diketahui bentuk-bentuk dan ukuran dari bagian knalpot sehingga memudahkan untuk pembuatan dan penjelasan cara kerja dari knalpot.

Bagian-bagian knalpot pada gambar di bawah, adalah gambar bagian dari knalpot. Knalpot di desain sedemikian rupa bertujuan untuk mengoptimalkan pemanasan.

3.5. Prosedur Penelitian

- a. Perancangan Knalpot berbasis *stainless steel* dengan menggunakan aplikasi *solidworks*.
- b. Merancang aliran gas buang yang melewati bahan *stainless steel* dengan menggunakan *solidworks*.
- c. Pembuatan knalpot berbasis *stainless steel* berdasarkan rancangan.
- d. Pemasangan knalpot yang telah dimodifikasi pada sepeda motor Yamaha X-ride.
- e. Pengujian emisi pada Yamaha X-ride dengan menggunakan knalpot yang telah di modifikasi.
- f. Membandingkan hasil uji emisi antara menggunakan knalpot yang telah di modifikasi dengan ambang batas emisi gas buang menurut Kemen LH No. 05 Tahun 2006
- g. Analisis dan pembahasan dari rancangan yang telah dibuat.
- h. Kesimpulan.



Gambar 3.1. Knalpot hasil desain dan modifikasi

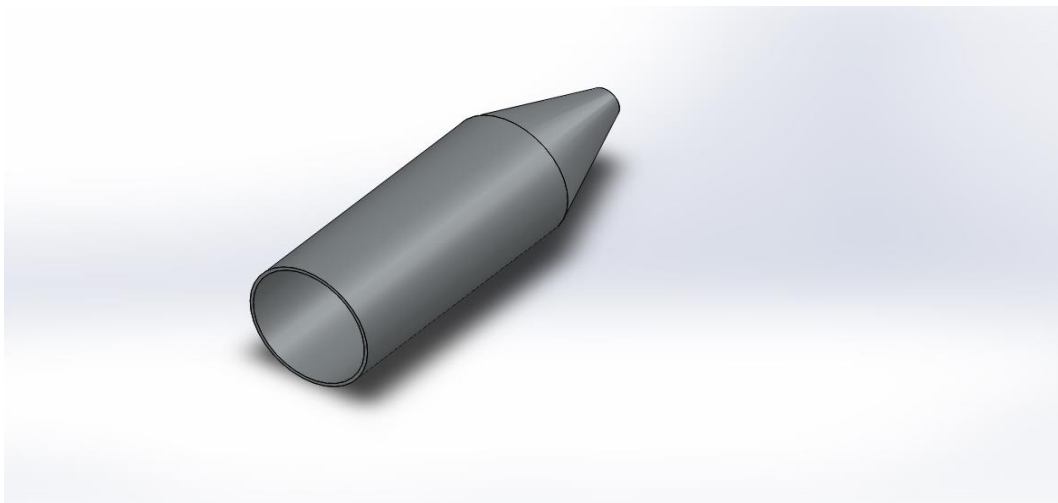
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahap pembuatan dan pengujian

4.1.1. Tahapan Perancangan dan Pembuatan

1. Desain knalpot menggunakan Aplikasi *solidworks* untuk merancang setiap part. Dengan Aplikasi *solidwork* maka dapat diketahui bentuk-bentuk dan ukuran dari bagian knalpot sehingga memudahkan dalam pembuatan.

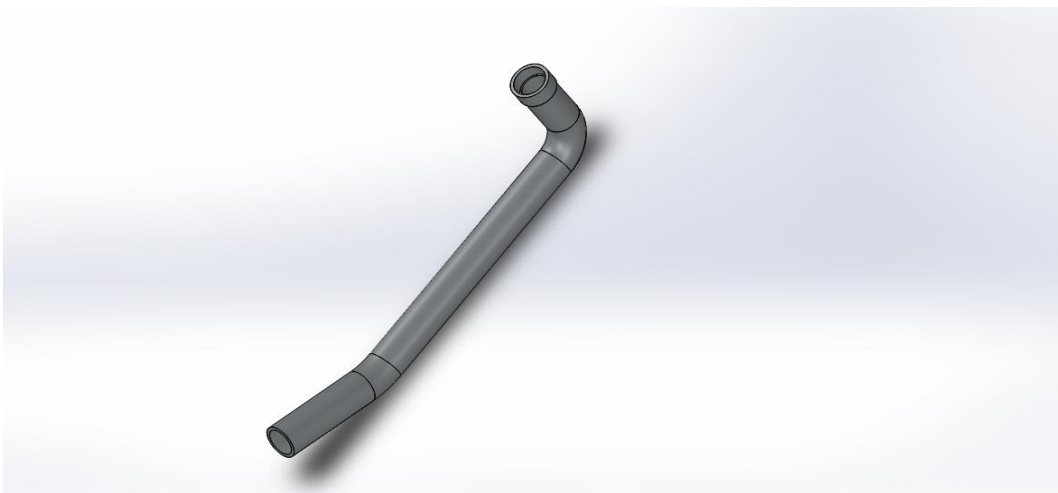
a. *Silencer*



Gambar 4.1. Tabung *silencer*

Gambar di atas adalah gambar tabung *silencer* yang didesain menggunakan Aplikasi *Solidworks* berbahan *Stainless steel* dengan bentuk sesuai dengan knalpot standar dengan tujuan agar dapat diterima oleh masyarakat nantinya.

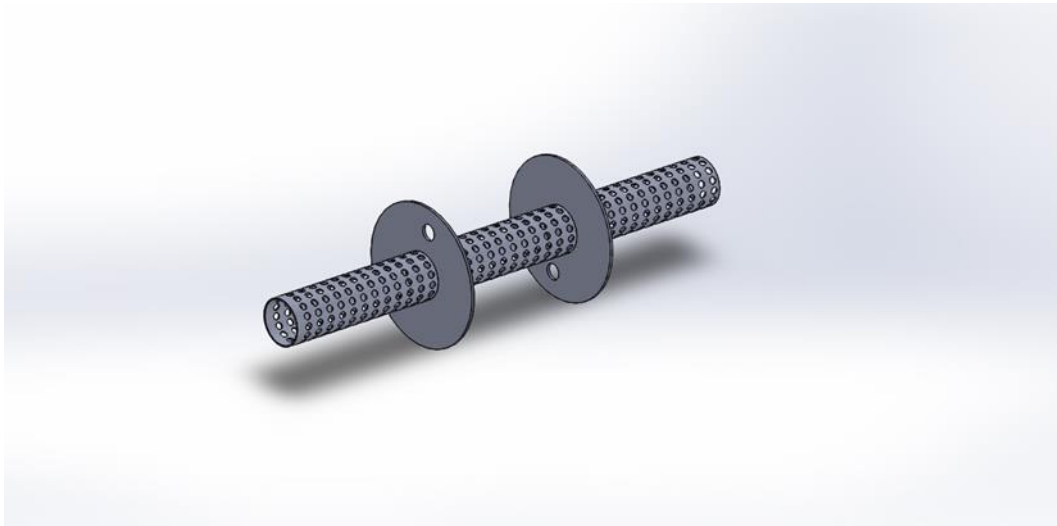
b. *Header*



Gambar 4.2. Header knalpot

Gambar di atas adalah gambar Leher knalpot (*Header*) yang didesain menggunakan Aplikasi *Solidworks* berbahan *Stainless steel* dengan bentuk sesuai dengan knalpot standar dengan tujuan agar dapat diterima oleh masyarakat nantinya.

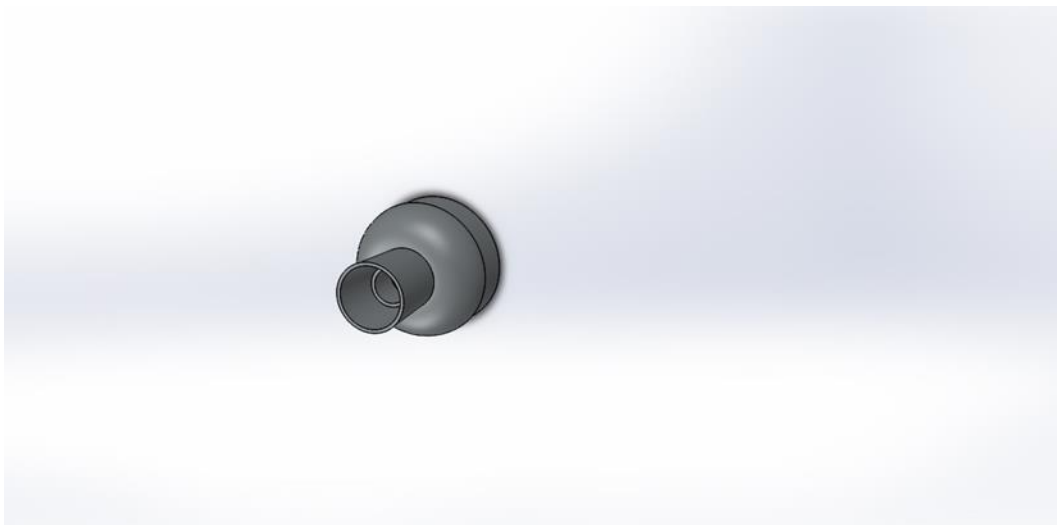
c. Saringan



Gambar 4.3. Saringan dalam knalpot

Gambar di atas adalah gambar Saringan dalam knalpot berbahan *Stainless steel* yang telah didesain sedemikian rupa menggunakan Aplikasi *Solidworks* yang diharapkan mampu menurunkan emisi gas buang.

d. Tutup *silencer*



Gambar 4.4. Tutup tabung *silencer*

Bagian-bagian knalpot di atas adalah hasil desain knalpot menggunakan aplikasi *Solidworks*, yang mana telah didesain sedemikian rupa bertujuan untuk memaksimalkan sirkulasi udara panas yang dihasilkan oleh mesin sehingga mampu memanaskan bahan *stainless steel*.

2. Proses pembuatan knalpot



Gambar 4.5. Proses pengelasan knalpot

Pada proses pembuatan saluran gas buang yang pertama dilakukan adalah proses pengelasan, bahan *Stainless steel* yang telah dipersiapkan disatukan dengan cara dilas menggunakan mesin las *Stainless Steel* sesuai desain yang telah dibuat.



Gambar 4.6. Saringan knalpot sesuai desain

Proses selanjutnya adalah pembuatan saringan dalam knalpot dengan cara yang sama menggunakan mesin las *Stainless steel* dengan bahan *Stainless steel* juga, dan dibuat sesuai desain agar dapat menurunkan emisi gas buang secara baik.



Gambar 4.7. Knalpot setelah selesai dibuat

Bagian-bagian knalpot yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar di atas dimana setiap bagian knalpot dibuat menggunakan bahan *Stainless steel* dan sesuai desain yang telah dibuat.



Gambar 4.8. Knalpot setelah dasatukan

Bagian-bagian knalpot yang telah selesai dibuat disatukan sehingga terlihat bentuk akhir dari knalpot hasil rancangan, dapat dilihat pada gambar di atas.

3. Produk knalpot

Tabel 4.1. *Part-part* knalpot modifikasi

No.	Nama Part	Kode	Gambar
		Part	
1.	<i>Silencer</i>	DSH-1	
2.	<i>Header</i>	DSH-2	

3. Saringan DSH-3



4. Tutup Silencer DSH-4



4.1.2. Anggaran biaya pembuatan knalpot

Tabel 4.2. Anggaran biaya pembuatan knalpot

A. Kontruksi Turbin Pelton					
No.	Material	Kuantitas		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Plat <i>Stainless steel</i>	1	lembar	255,000	255,000
2	Besi pipa <i>Stainless steel</i>	1	batang	170,000	170,000
3	Saringan <i>Stainless steel</i>	1	batang	80,000	80,000
4	Pengelasan Knalpot	1	unit	300,000	300,000
Sub Total (Rp)					805,000

4.1.3. Tahapan pengujian

1. Mempersiapkan sepeda motor dengan BBM pertalite



Gambar 4.9. Sepeda motor Yamaha X-ride

Yang pertama kali harus dipersiapkan pada proses penelitian ini adalah sepeda motor yaitu sepeda motor Yamaha X-ride tahun 2013, sepeda motor inilah yang nantinya akan diuji emisi gas buangnya.

2. Persiapkan knalpot yang telah dimodifikasi



Gambar 4.10. Knalpot yang telah dimodifikasi

Mepersiapkan knalpot yang telah dimodifikasi, knalpot ini akan diuji pada tingkat putaran mesin (Rpm) yang sama namun pada tempratur yang berbeda-beda.

3. Memasang saringan knalpot pada tutup tabung *silencer*



Gambar.4.11. Proses pemasangan saringan knalpot

Memasang saringan knalpot pada tutup tabung *silencer* pastikan saringan telah terpasang dengan baik pada tutup tabung *silencer* agar tidak bergetar pada saat mesin dihidupkan sehingga menimbulkan suara berisik.

4. Memasukkan saringan knalpot kedalam tabung *silencer*



Gambar 4.12. Tabung bagian dalam knalpot modifikasi

Maukkan saringan knalpot yang telah terpasang pada tutup tabung *silencer*, perhatikan arah tutup tabung *silencer* agar tidak terbalik pada saat pemaangan, kemudian paskan antara lubang baut tutup tabung *silencer* dengan lubang baut yang ada pada *silencer*, lalu pasang baut pengunci agar tutup tidak terlepas.

5. Memasang knalpot modifikasi pada sepeda motor



Gambar 4.13. Memasang knalpot pada sepeda motor

Memasang knalpot pada sepeda motor menggunakan kunci T, tang, dan kunci lainnya, pastikan setiap baut dan mur terkunci dengan kencang, kemudian periksa apakah terjadi kebocoran atau tidak.

6. Membuka Body penutup mesin, bertujuan untuk mengukur putaran mesin menggunakan Tachometer melalui kabel *Ignition Coil*



Gambar 4.14. Mesin Yamaha X-ride

Buka body penutup mesin bertujuan untuk memudahkan dalam pengukuran putaran mesin atau (Rpm) sepeda motor, dengan cara menjepitkan kabel tachometer pada kabel Ignition coil sehingga tachometer dapat membaca putaran mesin (Rpm) sepeda motor.

7. Proses pengukuran Rpm menggunakan Tachometer otomatis



Gambar 4.15. Mengukur Rpm menggunakan Tachometer

Lalu ukur putaran mesin (Rpm) menggunakan Tachometer dengan cara menjepitkan kabel Tachometer pada kabel *Ignition coil*, dengan begitu Tachometer secara otomatis tachometer akan menghitung putaran mesin (Rpm) sepeda motor.

8. Mengukur kecepatan angin sekaligus suhu gas buang menggunakan Anemometer digital



Gambar 4.16. Pengukuran kecepatan angin dan temperatur gas buang

Ukur kecepatan angin sekaligus suhu gas buang menggunakan anemometer, arahkan anemometer pada lubang saluran gas buang dengan jarak kurang lebih 7 inch pastikan kincir anemometer berputar lalu tunggu hingga anemometer menampilkan kecepatan angin dan suhu gas buang.

9. Masukkan probe ke dalam knalpot



Gambar 4.17. Probe pada knalpot modifikasi

Probe adalah salah satu komponen dari Gas Analyzer, data emisi gas buang yang masuk pada Gas Analyzer sebelumnya melalui probe terlebih dahulu, probe memiliki bentuk seperti selang dengan ujung logam, ujung probe inilah yang dimasukkan ke dalam saluran gas buang.

10. Pengujian pada knalpot



Gambar 4.18. Pengujian pada knalpot

Hidupkan mesin sepeda motor, lalu pastikan putaran mesin (Rpm) sudah sesuai dengan yang ditentukan, kemudian pastikan probe sudah masuk ke dalam knalpot dengan baik, tunggu beberapa saat hingga Gas Analyzer membaca dan menampilkan emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin lalu tekan tombol hold print untuk mendapatkan print out hasil pengujian emisi gas buang.

11. Catat data hasil pengujian untuk dianalisis

No	Waktu	Putaran mesin	Kecepatan angin gas buang	Suhu udara keluar knalpot	Carbon monoksida (CO)	Hidro Carbon (HC)	Carbon dioksida (CO ₂)
	Menit	Rpm	m/s	°C	%	Ppm	%
1	Ke-1	1120	2,2	40,8	0,16	14	5,7
2	Ke-2	1120	1,8	40,2	0,17	28	2,3
3	Ke-3	1120	2,5	40,6	0,19	22	3,0
Rata-rata							

No	Menit	Rpm	m/s	°C	(CO) %	(HC) Ppm	(CO ₂) %
1	Ke-1	1120	1,5	41,2	0,00	32	3,1
2	Ke-2	1120	1,7	41,8	0,05	16	2,2
3	Ke-3	1120	1,5	42,5	0,01	17	2,9

Gambar 4.19. Data hasil pengujian

Selain dengan melakukan print out pada Gas Analyzer, alangkah baiknya apabila hasil yang telah didapat kembali dicatat dengan tujuan menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti kertas hasil print out hilang.

4.2. Hasil Pengujian dengan menggunakan Gas Analyzer

Pada pengujian emisi gas buang pada knalpot standart dan pengujian gas buang pada knalpot modifikasi didapatkan data emisi gas buang sebagai berikut :

Tabel 4.3. Data pengujian emisi gas buang pada knalpot modifikasi

NO	Waktu	Putaran Mesin	Kecepatan angin gas buang	Suhu tabung knalpot	Carbon monoksida (CO)	Hidro carbon (HC)	Carbon dioksida (CO ₂)
	Menit	Rpm	m/s	°C	%	ppm	%
1	Ke 1	1120	1,7	45,6	0,04	22	1,8
2	Ke 2	1120	2,0	45,9	0,00	24	1,5
3	Ke 3	1120	2,3	46,6	0,01	16	2,3
Rata-rata			2,0	46,0	0,01	20	1,8

4.3. Pembahasan dan Grafik hasil pengujian

4.3.1. Data perbandingan ambang batas emisi gas buang dengan emisi gas buang knalpot modifikasi

Selanjutnya nilai rata-rata dari data emisi gas buang yang telah diperoleh dari pengujian knalpot modifikasi dan ambang batas emisi gas buang menurut Kemen LH No. 05 Tahun 2006 disatukan, seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 4.4. Data perbandingan pengujian emisi gas buang antara Peraturan Kemen LH dan knalpot modifikasi

No.	Kategori	Hidrokarbon (HC) Ppm	Carbon Monoksida (CO) %	Metode Uji
1.	Peraturan Kemen LH	2400	5,5	Idle
2.	Knalpot Modifikasi	20	0,01	1120 Rpm/Idle

4.3.2. Persentase emisi dan penurunan emisi

Dengan menggunakan rumus 2 dan 3 pada sub bab 2.1.2, dihitung persentase emisi serta persentase penurunan emisi yang terjadi;

$$\text{persentase emisi} = \frac{\text{rata-rata emisi knalpot modifikasi}}{\text{Ambang batas emisi menurut Kemen LH}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100\% - \text{persentase emisi} (\%).$$

1. Prentase dan penurunan unsur *Carbon monoksida (CO)* pada emisi gas buang

Untuk kandungan (CO) yang ada pada emisi dalam pengujian knalpot modifikasi:

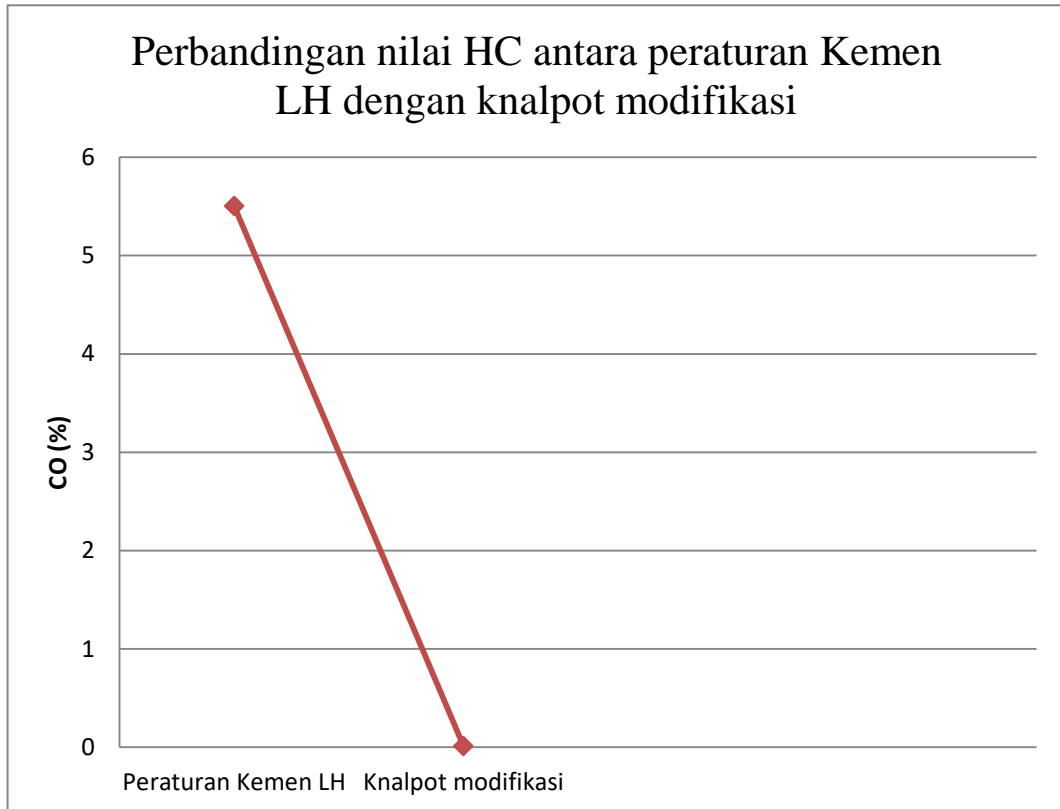
$$\text{Persentase emisi} = \frac{0,01}{5,5} \times 100\% = 0,18\%$$

Penurun emisi (CO) adalah;

$$100\% - 0,18\% = 99,82\%$$

Tabel 4.5. Data persentase (CO) pada emisi dan penurunan emisi gas buang

N0.	Knalpot	CO (%)	Penurunan CO (%)
1	Peraturan Kemen LH	5,5	0
2	Knalpot modifikasi	0,01	98,82



Gambar 4.20. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO yang dihasilkan.

Jika dilihat pada grafik di atas penurunan unsur CO sangat jauh dibandingkan dengan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor berdasarkan peraturan Kemen LH No. 05 Tahun 2006 yaitu untuk unsur CO 5,5%, sedangkan unsur CO yang dihasilkan oleh knalpot modifikasi hanya 0,01%, jika dihitung persentasenya maka didapatkan angka 98,82%.

2. Persentase dan penurunan unsur *Hidro Carbon (HC)* pada emisi gas buang

Untuk kandungan (HC) yang ada pada emisi dalam pengujian knalpot modifikasi:

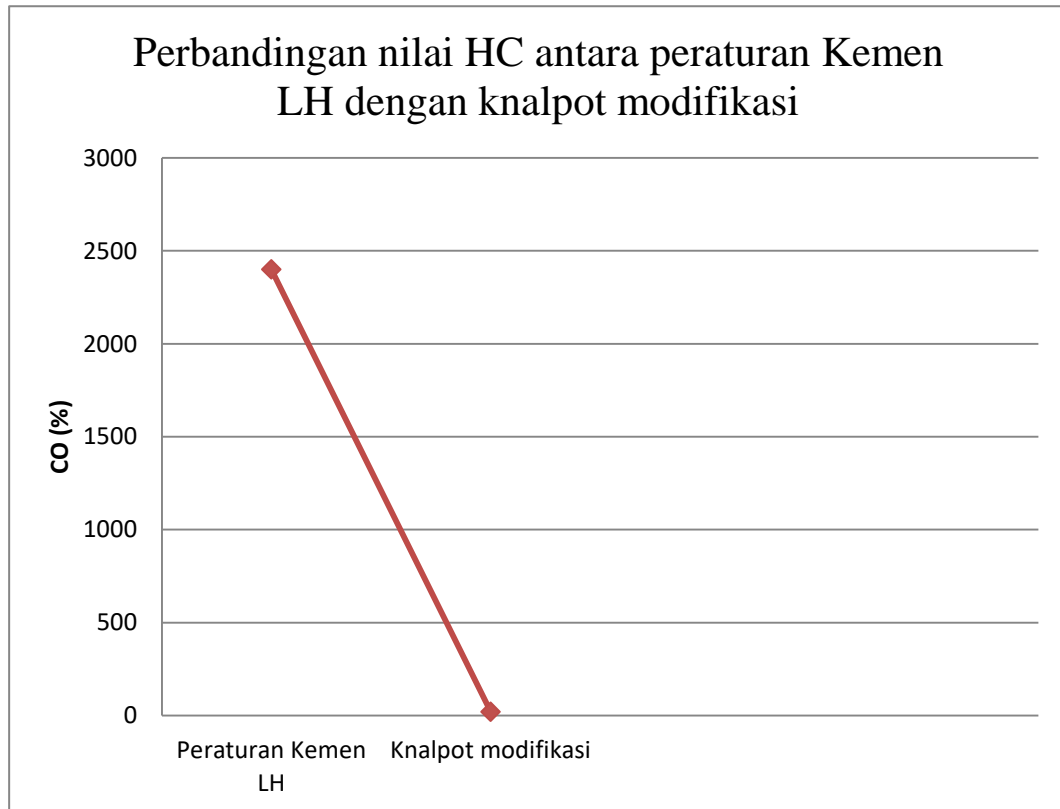
$$\text{Persentase emisi} = \frac{20}{2400} \times 100\% = 0,83\%$$

Penurunan emisi (HC) adalah;

$$100\% - 0,83\% = 99,17\%$$

Tabel 4.6. Data persentase (HC) pada emisi dan penurunan emisi gas buang

NO.	Knalpot	HC (ppm)	Penurunan HC (%)
1	Peraturan Kemen LH	2400	0
2	Knalpot modifikasi	20	99,17



Gambar 4.21. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO yang dihasilkan.

Jika dilihat pada grafik di atas penurunan unsur HC sangat jauh dibandingkan dengan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor berdasarkan peraturan Kemen LH No. 05 Tahun 2006 yaitu untuk unsur HC 2400ppm, sedangkan unsur HC yang dihasilkan oleh knalpot modifikasi hanya 20ppm, jika dihitung persentasenya maka didapatkan angka 99,17%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa data pada uji emisi gas buang dengan putaran mesin 1120 rpm pada knalpot modifikasi, dan setelah dibandingkan dengan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor menurut peraturan Kemen LH No. 05 Tahun 2006 diperoleh kesimpulan;

1. Pengujian yang dilakukan pada knalpot modifikasi didapatkan nilai unsur (CO) yaitu 0,01%, jika dibandingkan dengan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor menurut peraturan Kemen LH No. 05 Tahun 2006 yaitu untuk unsur (CO) 5,5%, maka dapat disimpulkan bahwa knalpot modifikasi sudah cukup baik dalam menurunkan unsur (CO).
2. Pengujian yang dilakukan pada knalpot modifikasi didapatkan nilai unsur (HC) yaitu 20ppm, jika dibandingkan dengan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor menurut peraturan Kemen LH No. 05 Tahun 2006 yaitu untuk unsur (HC) 2400ppm, maka dapat disimpulkan bahwa knalpot modifikasi sudah cukup baik dalam menurunkan unsur (HC).
3. Persentase penurunan emisi yang didapatkan dari perhitungan data antara emisi yang dihasilkan oleh knalpot modifikasi dengan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor menurut peraturan Kemen LH No. 05 Tahun 2006 yaitu untuk unsur (CO) 98,82%, dan untuk unsur (HC) yaitu 99,17%.
4. Knalpot modifikasi ini sudah cukup baik dalam menurunkan emisi gas buang, terutama pada unsur senyawa *Carbon monoksida (CO)*, dan unsur senyawa *Hidrokarbon (HC)*, melihat dari nilai emisi gas buang yang dihasilkan.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini masih memiliki kekurangan dan belum mendapatkan hasil yang sempurna, maka dari itu pada penelitian yang selanjutnya diharapkan lebih memperhatikan dalam pemilihan bahan yang akan diuji, membuat desain yang lebih inovatif, dan menambah metode lain dalam proses pengujian sehingga diharapkan mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Siregar, A. Marabdi., C. A. Siregar., dan M. Yani. 2019. Rekayasa Saluran Gas Buang Sepeda Motor Guna Mengurangi Pencemaran Udara. *Jurnal Rekayasa Material Manufaktur dan Energi*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Siregar, A. Marabdi., C. A. Siregar., dan M. Yani. 2019. Engineering of Motorcycle Exhaust Gases to Reduce Air Pollution. *International Confrence on Engineering and Applied Technology (ICEAT)*. Departmen of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Krisdianto, D., A. Purwanto., dan Sumarna. 2011. Profil Perubahan Tekanan Gas Terhadap Suhu pada Volume Tetap. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Fakultas MIPA, Universitas Negri Yogyakarta : F207-F212
- Tugaswati, A.Tri. 2013 Emisi gas buang kendaraan bermotor dan dampaknya terhadap kesehatan. (Makalah Emisi Gas Buang Bermotor Dampaknya Terhadap kesehatan). Di akses 24 Desember 2019
- Mukono, 1997. Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan. Surabaya : Airlangga University Press
- Muharam, A., G. Priandani., dan S. Khairunnisa. 2012. *Stainless steel : Dominasi Era Modern Alat Perindustrian Farmasi*. <http://tsffarmasiunsoed2012.wordpress.com/2012/05/22/stainless-steel-dominasi-era-modern-alat-perindustrian-farmasi/>, diakses tanggal 24 Desember 2019
- Sastrawijaya, A.T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.*

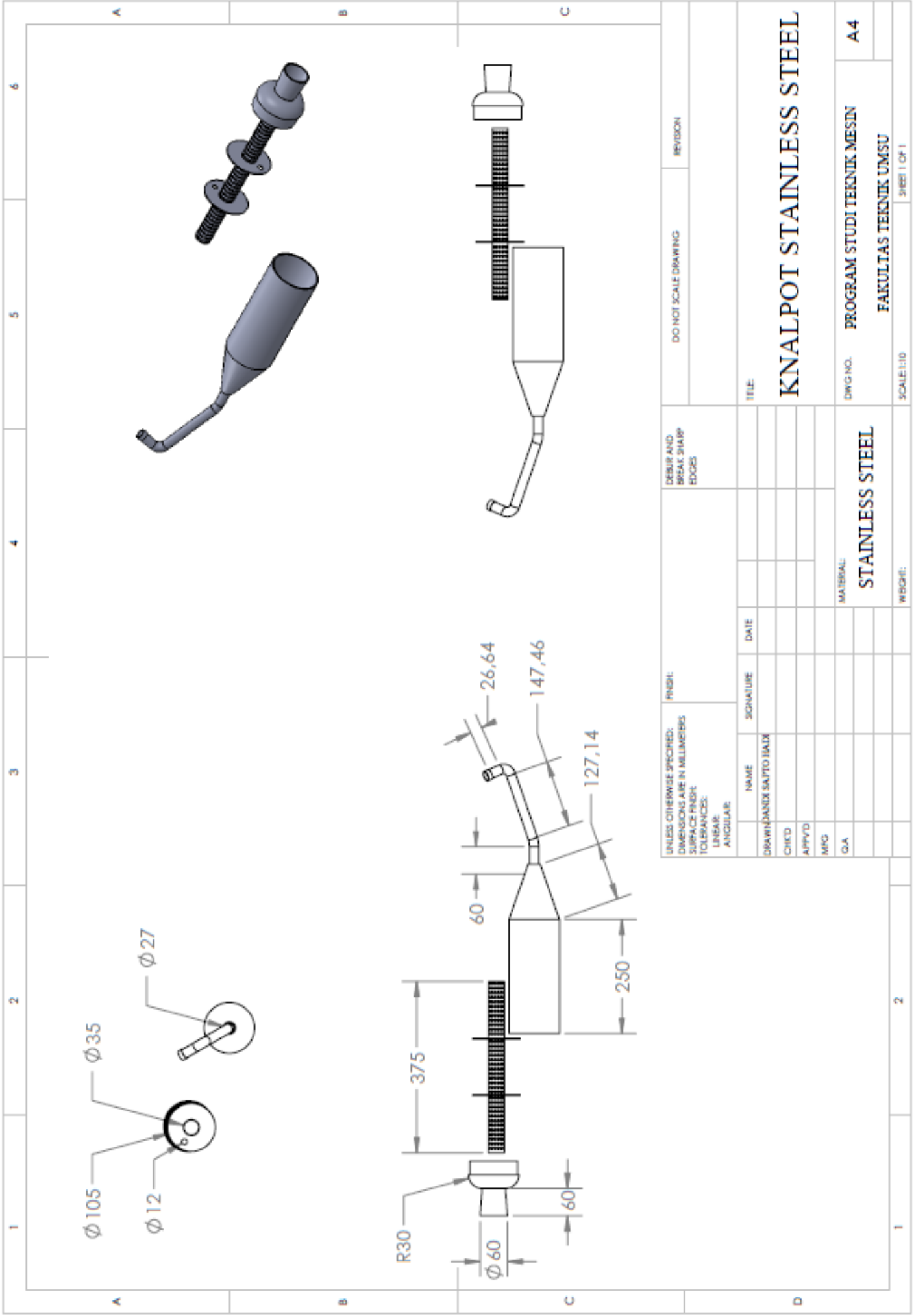
<https://www.otosia.com/berita/ini-kandungan-detail-pertalite-menurut-standar-mutu-bahan-bakar-bensin.html>

<http://samahtrd.com/product/stainless-steel-plate/>

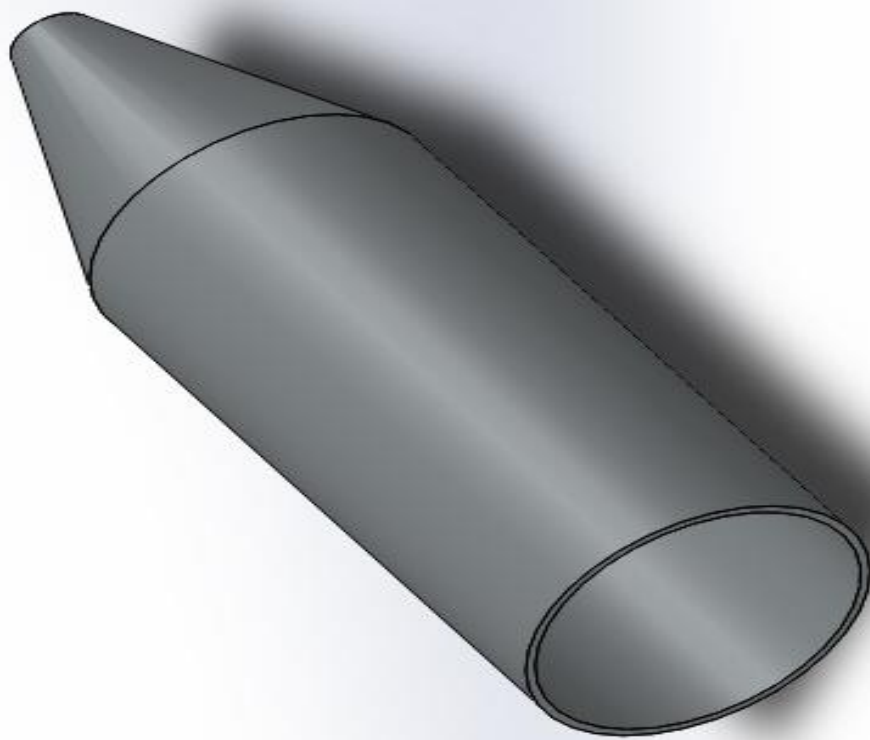
LAMPIRAN

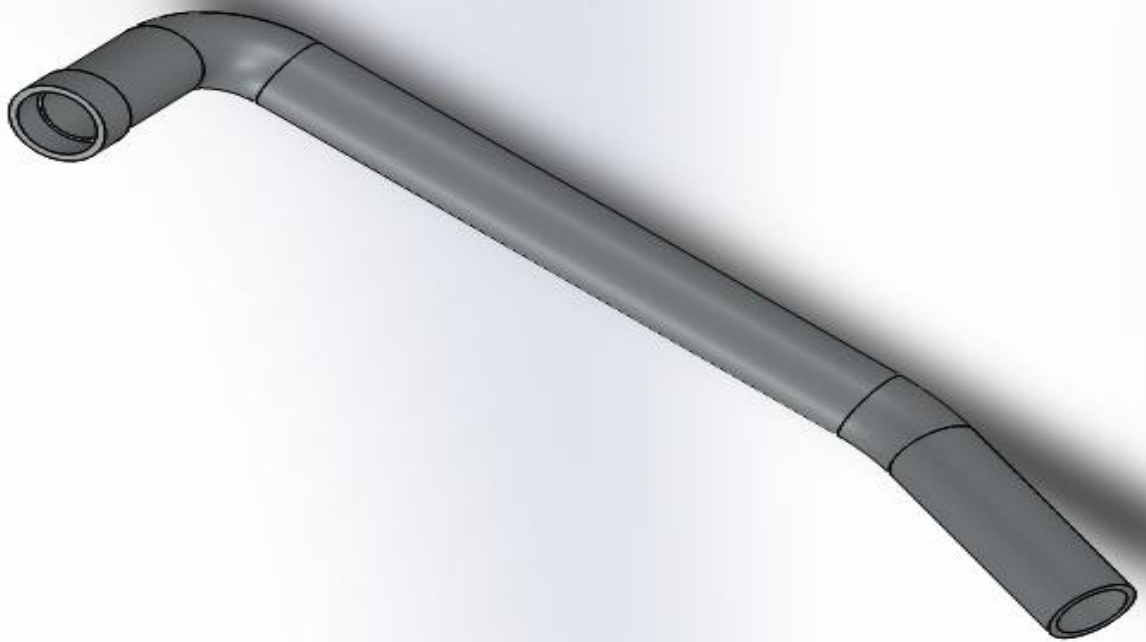
Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor menurut peraturan Kemen LH
No. 05 Tahun 2006

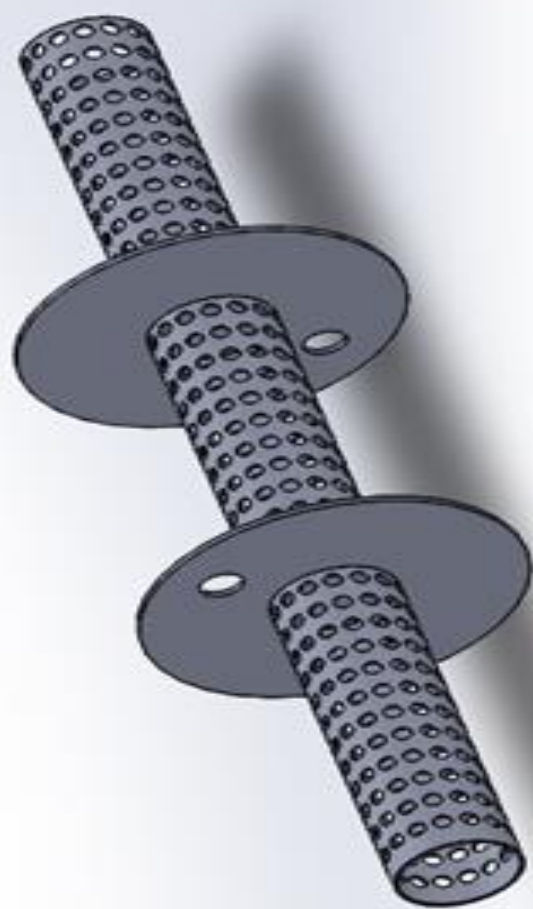
Kategori		Tahun Pembuatan	Parameter	Parameter		Metode Uji
				CO (% Vol)	HC (ppm)	
Sepeda langkah	motor	2	< 2010	4.5	12000	Idle
Sepeda langkah	motor	4	< 2010	5.5	2400	Idle
Sepeda langkah langkah)	motor dan	(2 4	\geq 2010	4.5	2000	Idle



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE: KNALPOT STAINLESS STEEL						
DRAWING NO. SAFTTO ISALX			DWG NO. PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN						
CHKD			FAKULTAS TEKNIK UMSU						
APPVD			SCALE 1:10						
MFG			SHEET 1 OF 1						
Q.A.			MATERIAL: STAINLESS STEEL						
			A4						









4 Gas
Emission
Analyzer

3

2021/02/20

PM 3:23

CAR NUMBER: 0000

CO : 0.04 %

HC : 22 ppm

CO2 : 1.8 %

O2 : 20.90 %

LAMBDA: 2.000

AFR : 0.0

FUEL : GASOLINE

H/C : 1.8500

O/C : 0.0000



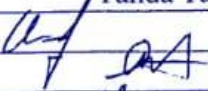
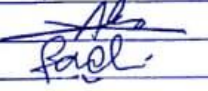
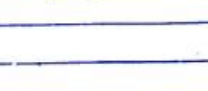

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK -- UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 - 2021**

Peserta seminar

Nama : Dandi Sapto Hadi

NPM : 1607230114

Judul Tugas Akhir : Desain Dan pembuatan Saluran Gas Buang Sepeda Motor Menggunakan Bahan Stainles Steel Guna Mengurangi Pencemaran Udara.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	:	
Pemanding – I	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng	:
Pemanding – II	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T Munandar A Siregar	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230041	KAHYU PRIAYAN	
2	1607230001	HUSNI MUBAROK	
3	1607230080	M.AIFA APRILIA LAMARA	
4	1607230140	Muhammad Fachri	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 02 Sya'ban 1442 H
16 Maret 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin

Affandi.S



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Dandi Sapto Hadi
NPM : 1607230114
Judul T.Akhir : Desain Dan Pembuatan saluran Gas Buang Sepeda Motor Menggunakan Bahan Stainles Steel Guna Mengurangi Pencemaran Udara.

Dosen Pembimbing - I : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - II : ~~Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T~~
Munawar A Sirifar

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....What pada prosedur tugas akhir?.....

.....

.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

Medan 02 Sya'ban 1442H
16 Maret 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

Bekti Suroso.S.T.M.Eng



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 450/III.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 9 Maret 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : DANDI SAPTO HADI
Npm : 1607230114
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : DESAIN DAN PEMBUATAN SALURAN GAS BUANG SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN BAHAN STAINLESS STEEL GUNA MENGURANGI PENCEMARAN UDARA
Pembimbing : AHMAD MARABDI SIREGAR, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 25 Rajab 1442 H

09 Maret 2021 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN KNALPOT SEPEDA MOTOR *MATIC* BERBAHAN *STAINLESS STEEL* GUNA MENURUNKAN EMISI GAS BUANG MENGUNAKAN APLIKASI *SOLIDWORKS*

Nama : Dandi Sapto Hadi

NPM : 1607230114

Dosen Pembimbing 1 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	21-11-2019	Penyerahan surat bimbingan	AH-
2.	5-12-2019	Pertanyak literatur untuk bacaan	AH-
3.	18-12-2019	- Perbaiki format tulisan - Tambahkan Bab 2	AH-
4.	16-1-2020	Perbaiki Bab 3 ; alat, bahan, prosedur, dst	AH-
5.	20-2-2020	ACC . Persiapan Seminar Proposal	AH-
6.	19-10-2020	Perbaiki Bab 4 dan lanjutkan	AH-
7.	22-2-2021	Lanjutkan Bab 5	AH-
8.	26-2-2021	Persiapan Seminar hasil	AH-
9.	23-3-2021	ACC persiapan Sidang	AH-

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : Dandi Spto Hadi
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat Tanggal Lahir : Tanjung Morawa, 28 Desember 1998
4. Alamat : Tanjung Morawa-A, Dusun 1, Gg. B.O
5. Agama : Islam
6. E-Mail : dandisaptohadi@gmail.com
7. No. Hp : 087869996787
- 8.

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Muhammadiyah Tg. Morawa (2004 – 2010)
2. SMP Nur Aziziz Tg. Morawa (2010 – 2013)
3. SMK Harapan Bangsa Tg. Morawa (2013 – 2016)
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2016 – 2021)