

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN KNALPOT BERBAHAN *STAINLESS STEEL* PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA VEGA ZR GUNA MENGURANGI PENCEMARAN UDARA

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

Disusun Oleh:

M. ALFA APRIAN ISMARA
1607230080



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. ALFA APRIAN ISMARA
NPM : 1607230080
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Rancang Bangun Knalpot Berbahan Stainless Steel Pada Sepeda Motor Yamaha Vega ZR Guna Mengurangi Pencemaran Udara
Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan 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



Bekti 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 : M. Alfa Aprian Ismara
Tempat /Tanggal Lahir : Aceh Timur /01 Maret 1998
NPM : 1607230080
Fakultas : Teknik
Program Studi : TeknikMesin

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

“Rancang Bangun Knalpot Berbahan Stainless Steel Pada Sepeda Motor Yamaha Vega ZR Guna Mengurangi Pencemaran Udara”.

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 didugakuat 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, 02 April 2021

Saya yang menyatakan,



M. Alfa Aprian Ismara

ABSTRAK

Dalam perancangan knalpot berbahan *Stainless Steel* ini *Catalytik konverter* akan diganti dengan *sponge steel* dimana *sponge steel* memiliki harga yang relatif lebih murah dan mudah didapat dari pada *Catalytik konverter*, Selain itu *sponge steel* juga terbuat dari *stainless steel* yang memiliki ketahanan terhadap temperatur tinggi dan tahan korosi. Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Knalpot Berbahan *Stainless Steel* Pada Sepeda Motor Yamaha Vega ZR Guna Mengurangi Pencemaran Udara”, .Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu metode dengan cara membandingkan hasil uji emisi gas buang antara penggunaan knalpot standart dengan knalpot hasil dari perancangan, untuk alat uji yang digunakan yaitu Gas Analyzer yang akan menampilkan nilai CO, HC dan CO₂ . Dari hasil pengujian dan analisa data didapat data pada uji emisi gas buang dengan putaran mesin rata- rata 4000 rpm, dengan temperatur udara yang keluar dari knalpot 35 °C - 45 °C. Diperoleh hasil yang paling baik untuk menurunkan dan mengurangi pencemaran udara adalah menggunakan knalpot *free flow* tipe 2 dengan ditambahkan 70 gr skrap menghasilkan CO sebesar 3,16 %, HC sebesar 250 ppm, CO₂ Sebesar 2,7 %.

Kata kunci : knalpot ,Sponge Steel, Emisi Gas buang,

ABSTRACT

The development of automotive technology makes it very easy for humans to carry out work, increase and facilitate human activities, motorized vehicles also produce negative impacts on the environment. The exhaust gases resulting from incomplete combustion will produce toxic substances and are harmful to human health and the environment. Research with the title "Design of Motorcycle Exhaust Gas Ducts Made of Stainless Steel to Reduce Air Pollution", this concept utilizes stainless steel which has good corrosion resistance and the addition of stainless steel scrap is expected to be able to carry out advanced system processes in the exhaust. This study uses an experimental method that is a method by comparing the use of standard exhaust, type 1 free flow exhaust and type 2 free flow exhaust by using a Gas Analyzer test device to store the values of CO, HC and CO₂. For exhaust types 1 and 2, 70 grams of scrap Stainless steel was added. From the test results and data analysis data obtained on the exhaust emission test with an average engine rotation of 4000 RPM, with the temperature of the air coming out of the exhaust 35 °C - 45 °C. The best results were obtained to reduce and reduce air pollution by using a type 2 free flow exhaust with the addition of 70 grams of scrap to produce 3.16% CO, 250 ppm HC, 2.7% CO₂.

Keywords: exhaust, Stainless Steel Scrap, Exhaust Emission,

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala 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 Berbahan Stainless Steel Pada Sepeda Motor Yamaha Vega ZR Guna Mengurangi Pencemaran Udara” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Serta sholawat dan salam semoga tercurah kepada junjungan kita nabi Muhammad Shallallahu'alaihi Wasallam.

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

1. Orang tua penulis: Ismara Putra dan Yasmi, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Bapak Ahmad Marbdi Siregar, S.T., M.T.. selaku Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Beki Suroso, S.T, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku dosen pambanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara..
5. Bapak Affandi, S.T., M.T dan Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T sebagai ketua dan sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin , Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Sahabat-sahabat penulis: Ari pranata , Dandi , Bayu Azhary dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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 pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 02 April 2021

M. Alfa Aprian Ismara

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Motor Bensin	3
2.1.1. Perinsip Kerja Motor Bensi	3
2.2. Pengertian Emisi Gas Buang	5
2.2.1. Rumus Emisi Gas Buang	7
2.2.2. Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor	7
2.2.3. Sumber Polusi Kendaraan Bermotor	8
2.3. Saluran Gas Buang (Exhaust)	8
2.3.1. Jenis - jenis Knalpot	9
2.3.2. Bagian-bagian Knalpot	9
2.4. Perencanaan Knalpot	10
2.4.1. Material <i>Stainless Steel</i> 304	10
2.4.2. Gram/ skrap <i>Stainless Steel</i>	12
2.5. Tekanan Balik Gas Buang	13
BAB 3 METODOLOGI	15
3.1. Tempat dan Waktu	15
3.1.1. Tempat Penelitian	15
3.1.2. Waktu Penelitian	15
3.2. Bahan dan Alat	16
3.2.1. Bahan Penelitian	16
3.2.2. Alat Penelitian	16
3.3. Bagan Alir Penelitian	21
3.4. Rancangan Alat Penelitian	22
3.5. Prosedur Penelitian	24

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Tahapan Pembuatan dan Pengujian	26
4.1.1. Tahapan Pembuatan	26
4.1.2. Tahapan Pengujian	29
4.1.3. Anggaran biaya pembuatan	35
4.2 Hasil Pengujian Dengan Menggunakan Gas Analyzer	35
4.3 Pembahasan dan Grafik Hasil Pengujian	37
4.3.1. Persentase Emisi dan Penurunan Emisi	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel.2.1.	Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor	7
Tabel.2.2.	Dampak gas emisi terhadap kesehatan	8
Tabel.2.3.	Komposisi Kimia Stainless Steel 304	11
Tabel.3.1.	Rencana pelaksanaa penelitian	15
Tabel.4.1.	Anggaran Biaya Pembuatan dan Pengujian	35
Tabel.4.2.	Pengujian emisi gas buang knalpot standar	35
Tabel.4.3.	Pengujian emisi gas buang knalpot <i>free flow</i> tipe 1	35
Tabel.4.4.	Pengujian emisi gas buang knalpot <i>free flow</i> tipe 2	36
Tabel.4.5.	Data perbandingan pengujian emisi gas buang pada knalpot standart dan pada knalpot <i>free flow</i> dengan tambahan gram <i>Stainless Steel</i>	37
Tabel.4.6.	.Data persentasi CO pada emisi dan penurunan gas buang	38
Tabel.4.7.	Data persentasi HC pada emisi dan penurunan gas buang	39
Tabel.4.8.	Data persentasi CO ₂ pada emisi dan penurunan gas buang	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1. Siklus kerja 4 langkah (Sarjono dan Dedik Kusnanto, 2017)	4
Gambar.2.2. <i>Stainless steel</i> 304	10
Gambar.2.3. <i>Sponge Steel</i>	12
Gambar.3.1. Leptop yang dilengkapi dengan <i>software solidworks</i>	16
Gambar.3.2. Sepeda Motor Yamaha Vega Zr	17
Gambar.3.3. Mesin Las Asetilin	18
Gambar.3.4. Gas Analyzer	19
Gambar.3.5. Tahchometer BRT	19
Gambar.3.6. Anemometer	20
Gambar.3.7. Timbangan Digital	20
Gambar.3.8. Rancangan Knalpot <i>Free Flow</i> tipe 1	22
Gambar.3.9. Rancangan Knalpot <i>Free Flow</i> tipe 2	23
Gambar.4.1. Desain 3D Saringan Knalpot Tipe 1	26
Gambar.4.2. Desain 3D Saringan Knalpot Tipe 2	27
Gambar.4.3. Desain 3D Body Knalpot	27
Gambar.4.4. Knalnpot <i>Free flow</i> Tipe 1	28
Gambar.4.5. Saringan Knalpot <i>Free flow</i> Tipe 2	28
Gambar.4.6. Sepeda Motor Yamaha Vega Zr	29
Gambar.4.7. Knalpot Standart	29
Gambar.4.8. Poros gigi tarik depan	30
Gambar.4.9. Pengukuran Rpm dengan tachometer	30
Gambar.4.10. Pengukuran kecepatan angin	31
Gambar.4.11. Pengujian emisi gas buang dengan menggunakan Gas Analyzer	31
Gambar.4.12. Knalpot <i>Free flow</i>	32
Gambar.4.13. Proses pemasangan Knalpot	32
Gambar.4.14. Proses pemasangan <i>Sponge Steel</i>	33
Gambar.4.15. Pengukuran RPM dengan tachometer	33
Gambar.4.16. Pengukuran kecepatan angin gas buang	34
Gambar.4.17. Pengujian pada knalpot <i>free flow</i>	34
Gambar.4.18. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO yang dihasilkan	38
Gambar.4.19. Grafik perbandingan model knalpot dengan HC yang dihasilkan	40
Gambar.4.20. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO ₂ yang dihasilkan	41

DAFTAR NOTASI

CO	: Karbon Monoksida	(%)
CO ²	: Karbon Dioksida	(%)
HC	: Hidro carbon	(ppm)
v	: kecepatan angin	(m/s)
T	: Temperatur	(°C)
n	: Putaran mesin	(Rpm)
D	: Diamater	(mm)
P	: Panjang	(mm)
t	: Waktu	(menit)

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya industri otomotif yang sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, dan makin meningkatnya tingkat pemakaian kendaraan berbahan bakar seperti pada mobil, sepeda motor, dan kendaraan umum berakibat pada meningkatnya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh emisi dari kendaraan berbahan bakar fosil tersebut. Beberapa jenis emisi tersebut di antaranya Karbon Monoksida (CO), Hidrocarbon (HC) dan Carbon Dioksida (CO₂).

Salah satu cara untuk menurunkan konsentrasi Karbon Monoksida (CO), Hidrocarbon (HC) dan Carbon Dioksida (CO₂) yang dihasilkan dari kendaraan bermotor adalah dengan menambahkan *Catalytik konverter*. Dengan menambahkan *Catalytik konverter* pada saluran knalpot dapat untuk menurunkan emisi gas buang yang beracun. Dalam penelitian ini *Catalytik konverter* akan diganti dengan *sponge steel* dimana *sponge steel* memiliki harga yang relatif lebih murah dan mudah didapat dari pada katalitik konverter, Selain itu *sponge steel* yang terbuat dari *stainless steel* tahan terhadap temperatur tinggi dan tahan korosi.

Pada penelitian ini, knalpot akan didesain dengan menggunakan *software solidwork 2014*, dengan *software solidwork* maka dapat diketahui bentuk dari bagian- bagian knalpot, sehingga memudahkan dalam proses pembuatan. Untuk knalpot yang akan didesain yaitu jenis knalpot *free flow* dimana knalpot jenis ini banyak diminati di Indonesia karena suara dan dipercaya bisa meningkatkan peforma mesin sepeda motor. Desain knalpot ini aliran gas buang akan langsung mengarah pada *sponge steel*, karena menurut Krisdianto, (2011) bahwa hubungan tekanan dan temperatur pada volume tetap mengikuti persamaan garis lurus. Artinya semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pula temperatur gas buang yang menyebabkan *sponge steel* membara dan bara dari *sponge steel* tersebut di manfaatkan untuk menurunkan konsentrasi pada gas CO dan HC.

Untuk mengetahui konsentrasi Karbon monoksida (CO), Hidrocarbon (HC) dan Carbon dioksida (CO₂) dapat menggunakan alat uji Gas Analyzer, Pengujian

dan analisa data pada uji emisi gas buang ini akan diatur variabel terkait dengan putaran mesin berkisar 4000 rpm, dan dengan temperatur udara yang keluar dari knalpot 35°C - 40°C.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah latar belakang diatas, maka dapat di tarik rumusan masalah, yaitu;

1. Bagaimana rancangan knalpot untuk pengendalian emisi gas buang sepeda motor.
2. Bagaimana desain knalpot yang arah aliran gas buang dapat menaikkan temperatur pada sponge steel.
3. Bagaimana hasil emisi gas buang setelah penggunaan material *stainless steel* pada pembuatan saluran gas buang (*exhaust*).

1.3 Ruang Lingkup

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini ada beberapa ruang lingkup yang di berikan agar penelitian ini lebih terarah, adapun ruang lingkup sebagai berikut :

1. Membuat desain knalpot menggunakan *software Solidworks*
2. Pembuatan saluran buang berbahan *stainless steel*, khusus untuk kendaraan sepeda motor Vega zr .
3. Melakukan pengujian dengan menggunakan *Gas Analyzer* dilakukan untuk mencari hasil uji emisi gas buang kendaraan bermotor.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan rancangan knalpot untuk mengendalikan emisi gas buang pada sepeda motor.
2. Mendapatkan desain knalpot yang arah aliran gas buang dapat memanaskan skrap atau limbah *stainless steel* dengan optimal .

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah disamping memberikan ilmu pengetahuan dan informasi tentang bahaya gas buang, serta menjadi acuan dalam merancang saluran gas buang (*Exhaust*) untuk menghindari kegagalan dalam perencanaan dan mendapat efisiensi yang paling maksimal.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Motor Bensin

Motor bensin merupakan mesin pembangkit tenaga yang mengubah bahan bakar bensin menjadi tenaga panas dan akhirnya menjadi tenaga mekanik. Secara garis besar motor bensin tersusun oleh beberapa komponen utama meliputi; blok silinder (*cylinder block*), kepala silinder (*cylinder head*), poros engkol (*crank shaft*), piston, batang piston (*connecting rod*), roda penerus (*fly wheel*), poros cam (*cam shaft*) dan mekanik katup (*valve mechanic*).

2.1.1. Prinsip Kerja Motor Bensin

Prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi dari hasil gas panas hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran langsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas. Motor bakar piston / torak mempergunakan satu atau lebih silinder di mana terdapat piston yang bergerak bolak balik atau translasi diubah menjadi gerak putar atau rotasi poros engkol (*crank shaft*).

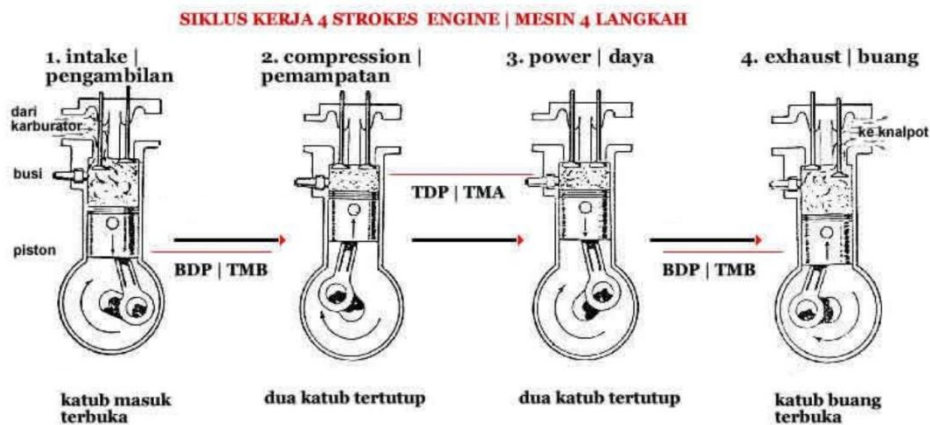
Didalam silinder terjadi proses pembakaran bahan bakar oksigen dari udara menghasilkan gas pembakaran bertekanan tinggi. Gas hasil pembakaran mampu menggerakkan piston yang diteruskan batang penghubung (*connecting rod*) dan dihubungkan dengan poros engkol (*crank shaft*).

Langkah / stroke / jarak gerak piston dari TMA ke TMB atau sebaliknya. Agar motor dapat bekerja optimal, syarat yang harus di penuhi adalah dapat menghisap bahan bakar (campuran bahan bakar dan udara) masuk kedalam ruang silinder secara maksimal. Dasar kerja motor empat langkah ialah motor yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak balik langkah piston atau dua kali putaran poros engkol (*crank shaft*). Langkah piston adalah gerak piston tertinggi disebut titik mati atas (TMA) sampai yang terendah disebut titik mati bawah (TMB). Sedangkan siklus kerja ialah rangkaian proses yang dilakukan oleh gerak bolak balik piston yang membentuk rangkaian siklus tertutup

Proses siklus motor empat langkah dilakukan oleh gerak piston dalam silinder tertutup, yang bersesuaian dengan pengaturan gerak kerja katup hisap dan katup buang di setiap langkah kerjanya. Proses yang terjadi meliputi langkah hisap, langkah kompresi, proses langkah kerja, langkah buang. (Zemansky dan Ditman yang dikutip oleh Denny Meriyanto, 2013).

Menurut Jalius Jama, dkk (2008) cara kerja mesin empat langkah adalah:

1. Langkah Isap (*suction stroke*) Piston bergerak dari TMA ke TMB, katup isap terbuka dan katup buang menutup. Campuran udara dan bahan bakar masuk melalui katup isap.
2. Langkah Kompresi (*compression stroke*) Piston bergerak dari TMB ke TMA, ke dua katup tersebut tertutup, campuran udara dan bahan bakar dikompresi dan busi meloncatkan bunga api sehingga campuran bahan bakar dengan udara akan terbakar di dalam ruang bakar.
3. Langkah Tenaga (*power stroke*) Adalah langkah yang menghasilkan kerja, pada saat akhir langkah kompresi terjadi pembakaran dalam ruang bakar, sehingga piston terdorong menuju ke TMB.
4. Langkah Pembuangan (*exhaust stroke*). Setelah piston mencapai posisi TMB, katup buang membuka kemudian piston bergerak menuju TMA mendorong sisa pembakaran ke luar dari ruang bakar.



Gambar 2.1. Prinsip kerja motor 4 langkah (Sarjono dan Dedik Kusnanto, 2017)

2.2. Pengertian Emisi Gas Buang

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksud adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Terdapat emisi pokok yang dihasilkan kendaraan. Beberapa zat yang tercantum pada emisi gas buang sebagai berikut

A. Hidro Karbon (HC)

Senyawa hidro karbon (HC) terjadi karena bahan bakar belum terbakar, tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentan serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker. (Siswantoro, Lagiyono, & Siswiyanti).

B. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin. Untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain yaitu NO_x akan lebih mudah timbul dan tenaga yang dihasilkan mesin akan berkurang. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau dan dapat mengakibatkan pusing dan mual. (Siswantoro et al.).

C. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x) merupakan emisi gas buang yang dihasilkan akibat suhu kerja yang tinggi. Udara yang digunakan untuk pembakaran sebenarnya mengandung unsur nitrogen 80%. Senyawa HC, CO, dan NO_x merupakan gas beracun yang terdapat dalam gas bekas kendaraan, sedangkan gas bekas kendaraan sendiri umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun seperti N₂ (Nitrogen), CO₂ (gas karbon), dan H₂O (uap air). Komposisi dari

gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin adalah 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% Gas Argon (gas mulia), 1,1% O₂, dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x, 0,09% HC, dan 0,9% CO. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas bekas kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara (Siswantoro et al.).

D. Oksigen (O₂)

Pembakaran yang tidak sempurna dalam mesin menyisakan oksigen ke udara. Oksigen yang tersisa ini semakin kecil bila mana pembakaran terjadi makin sempurna (Syahrani, 2006). Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Normalnya konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1.2 % atau lebih kecil bahkan mungkin 0%. O₂ yang terlalu tinggi disebabkan terjadinya kebocoran pada *exhaust* sistem dan AFR (rasio udarabahan bakar) terlalu kurus. Banyak gangguan-gangguan yang menyebabkan O₂ meningkat yaitu karena adanya gangguan mesin mulai dari pengapian terganggu, timing terlalu maju, coil mati, celah busi terlalu kecil, dan saluran udara tersumbat (Abdillah & Sugondo, 2014).

E. Karbondioksida (CO₂)

Emisi CO₂ berkisar antara 12% sampai 15% yang diizinkan pemerintah. Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar (Abdillah & Sugondo, 2014). Gas buang terjadi di luar *exhaust* yaitu di knalpot, pengukuran yang dilakukan menggunakan alat yaitu gas analyzer.

Yang diukur dalam pengukuran gas buang yaitu :

- a. Kadar CO
- b. Kadar CO₂
- c. Kadar HC
- d. Kadar O₂

Tabel 2.1 Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor (Sumber : kemen LH No.05 Tahun 2006)

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (% Vol)	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

2.2.1. Rumus Emisi Gas Buang

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

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

- b. Rumus persentase emisi

$$\text{Persentase emisi} = \frac{\text{rata-rata emisi dengan katalis}}{\text{rata-rata emisi tanpa katalis}} \times 100 \% \quad (2)$$

- c. Rumus penurunan persentase emisi

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

2.2.2. Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor

Gas buang kendaraan bermotor terdiri dari senyawa yang berbahaya seperti karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidro karbon, berbagai oksida nitrogen (Nox) dan sulfur (SOx), dan partikel debu termasuk timbal (TB). Senyawa tersebut dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sitem bahan bakar. (Tugaswati, A. Tri 2013).

Menurut Mathur dan Sharma (1980: 620) “Karbon monoksida merupakan hasil dari pembakaran yang tidak lengkap karena jumlah udara yang tidak cukup pada campuran bahan bakar dan udara atau tidak cukupnya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran”.

Tabel 2.2 Dampak gas emisi terhadap kesehatan (Sumber:Laporan WHO-Europe 2004 dalam Rimanto 2010)

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

2.2.3. 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 nitrogenoksida(NOx), karbon monoksida(CO).
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 hidrokarbon mentah (5%)
4. Karburator adalah faktor lainnya, terutama saat berkendara pada posisi macet dengan cuaca panas, dengan kerugian penguapan dan bahan bakar mentah (5-10%).

2.3. Saluran Gas Buang (Exhaust)

Saluran gas buang adalah suatu komponen pada sepeda motor yang berfungsi sebagai peredam hasil ledakan di ruang bakar. Ledakan pembakaran campuran bahan bakar dan udara berlangsung begitu cepat di ruang bakar. Ledakan ini menimbulkan suara yang sangat bising. Untuk meredam suara gas sisa hasil pembakaran yang keluar dari klep buang tidak langsung dilepas ke

udara terbuka. Gas buang disalurkan terlebih dahulu ke dalam peredam suara atau muffler di dalam knalpot.

Saluran gas buang atau Knalpot fungsinya bukan hanya menyalurkan sisa pembakaran. Knalpot masih termasuk dalam proses langkah buang, pada knalpot inilah efek turbulensi terjaga. Dengan knalpot, aliran turbulensi gas buang diubah menjadi gaya dorong pada piston ke TMB. Mesin motor tanpa menggunakan knalpot justru buruk buat mesin motor. Selain karena *horsepower* tidak bertambah, tanpa knalpot bisa menyebabkan *backfire* kepada mesin motor sehingga berpotensi membuat mesin motor menjadi gosong.

2.3.1. Jenis - jenis Knalpot

Menurut jenisnya knalpot dibagi menjadi 2, yaitu knalpot chamber knalpot menggunakan sekat dan knalpot free flow. Adapun kelemahan dan kelebihan dari ke 2 jenis knalpot tersebut, yaitu:

- a. Dengan menggunakan knalpot free flow akan lebih bertenaga pada putaran atas, akan tetapi kurang baik pada putaran bawah.
- b. Dengan menggunakan knalpot free flow konsumsi bahan bakar lebih banyak atau lebih boros.
- c. Pada knalpot chamber bertenaga pada putaran bawah, akan tetapi kurang pada putaran atas.
- d. Pada knalpot chamber konsumsi bahan bakar lebih sedikit atau lebih irit.

2.3.2. Bagian-bagian Knalpot

1) Header

Header merupakan bagian ujung knalpot yang di pasangkan kepada mesin. Jumlah header tergantung dengan berapa banyak jumlah silinder yang di miliki mesin. Fungsi utama dari header adalah menghubungkan keseluruhan dari sistem knalpot dengan sistem buang yang dimiliki suatu kendaraan bermotor.

2) Resonator

Bagian dari knalpot ini kita kenal dengan saringan knalpot. Resonator berfungsi mengolah bunyi bising yang dihasilkan oleh pembakaran di dalam mesin

3) Silencer

Fungsi dari silencer knalpot ini adalah untuk mengurangi untuk mengurangi suara knalpot yang terlalu keras atau saringan kedua pada knalpot motor setelah resonator.

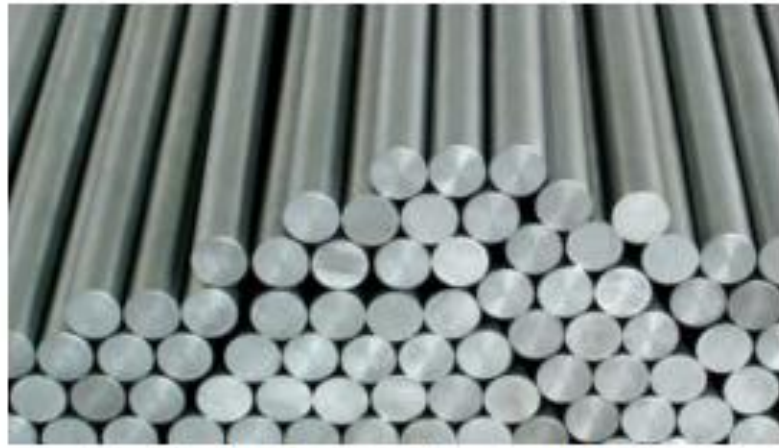
4) Chamber

Chamber knalpot ini memiliki fungsi sebagai pemantul gas buang hasil pembakaran pada mesin. Adapun chamber knalpot ini hanya digunakan pada sepeda motor 2 tak, karena motor 2 tak tidak memiliki valve atau katup seperti pada sepedamotor 4 tak.

2.4. Perencanaan Knalpot

2.4.1. Material *Stainless Steel* 304

Kadar stainless steel 304 Stainless steel adalah perpaduan atau kombinasi beberapa jenis logam seperti besi dasar, chromium, nikel dan unsur lain seperti karbon, silicon dan mangan. kromium dan nikel terutama berfungsi untuk menambah ketahanan logam terhadap korosi atau karat. Dapat di lihat pada gambar 2.2. di bawah ini. (Muharnif M., & Randy Septiawan. 2018).



Gambar 2.2. *Stainless steel* 304

Tabel 2.3. Komposisi Kimia Stainless Steel 304 (Muharnif M., & Randy Septiawan. 2018).

Komposisi	Kandungan (%)
Karbon	0,07
Mangan	2,00
Fosfor	0,045
Sulfur	0,030
Silikon	0,750
Kromium	18,00-20,00
Nikel	8,00-12,00
Nitrogen	0,10
Iron	Seimbang

Stainless steel juga merupakan bahan yang sangat serbaguna sehingga benar-benar bisa di gunakan selama bertahun – tahun. Produk stainless steel juga memiliki umur jauh lebih lama di bandingkan produk yang terbuat dari bahan lain. Misalnya kontruksi pagar rumah yang terbuat dari stainless steel pasti lebih baik dibandingkan pagar rumah yang terbuat dari besi biasa. *Stainless steel* di buat dengan menggunakan lapisan kromium dengan jumlah minimum yang di gunakan adalah 10,5%. kromium berguna untuk meningkatkan ketahanan dari korosi dengan cara membentuk lapisan oksida kromium pada baja.

a. Kelebihan *Stainless Steel*

Stainless steel tahan korosi yang tinggi, yang memungkinkan untuk di gunakan dalam lingkungan yang ketat, api dan tahan panas memungkinkan untuk melawan scaling dan mempertahankan kekuatan pada temperature tinggi. Higienis tidak berpori di tambah dengan kemampuan membersihkan dengan mudah memberikan penampilan yang modern dan menarik untuk aplikasi logam yang paling arsitektur kemudahan fabrikasi karena penggunaan modern pembuatan baja teknik yang memungkinkan *stainless steel* yang akan di potong, dibuat, di las dan di bentuk sama mudahnya seperti baja tradisional. Nilai jangka panjang yang di

buat oleh siklus hidup panjang manfaatnya sering menghasilkan pilihan yang sering menghasilkan pilihan bahan yang paling murah jika di bandingkan dengan logam lainnya.

b. Kekurangan *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 sering dapat 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

2.4.2. *Sponge steel*

Sponge steel adalah alat perkakas dapur yang digunakan untuk menggosok panci yang berkarat. *Sponge steel* terbuat dari stainless steel yang tahan akan korosi dan temperatur yang tinggi, *Sponge steel* ini akan diletakan pada knalpot dimaksudkan supaya ketika *Sponge steel* terkena gas buang yang panas maka *Sponge steel* akan membara dalam temperatur 350°C akan mampu untuk melakukan proses pembakaran lanjutan terhadap gas buang yang akan ke luar dari knalpot, sehingga kandungan gas yang belum terbakar (CO dan HC) akan terbakar di dalam knalpot. Pembakaran tersebut akan menurunkan emisi gas buang yang ramah terhadap lingkungan. (Sarjono dan Dedik Kusnanto, 2017).



Gambar 2.3. *Sponge Steel*

2.5. Tekanan Balik Gas Buang

Menurut S. Sarwuna, dkk (2017) Tekanan balik (*back pressure*) adalah tekanan yang timbul akibat hambatan yang dialami gas buang selama proses penyalurannya dan merupakan pantulan dari gelombang tekanan gas buang yang telah dikeluarkan dari silinder menuju system penyaluran gas kembali kearah silinder. Tekanan balik (*back pressure*) ini dapat terjadi baik pada exhaust manifold, pipa sambungan, muffler maupun converter katalis dengan kata lain tekanan balik (*back pressure*) dapat terjadi jika tekanan di dalam system gas buang lebih tinggi dari tekanan atmosfer.

Dari mesin 4 langkah memiliki efek negatif terhadap efisiensi mesin mengakibatkan penurunan daya *output* yang harus di kompensasi dengan meningkatkan bahan bakar. Setiap mesin memiliki karakteristik system pembuangan yang bebrbeda – beda, sehingga sudah sewajarnya setiap mesin memiliki batasan tekanan balik yang dibutuhkan oleh mesin tersebut. Apabila suatu system pembuangan menghasilkan tekanan yang lebih tinggi dari pada yang ditentukan, maka akan terdapat sebagian gas sisa pembakaran yang terperangkap di dalam silinder setelah fenomena *overlapping* terjadi dan bercampuran dengan campuran udara dengan bahan bakar yang masuk ketika langkah hisap terjadi. Oleh karena itu, campuran baru ini akan menghasilkan ledakan yang lebih lemah ketika langkah kerja terjadi. Hal ini akan mengakibatkan berkurangnya tenaga mesin. Sebaliknya, ketika suatu mesin memiliki nilai tekanan balik yang lebih rendah dari pada yang ditentukan. Maka gas buang akan keluar lebih cepat dari ruang bakar ketika langkah pembuangan terjadi. Ketika terjadi *overlapping*, gas sisa pembakaran akan lebih mudah mengalir dan lebih cepat menuju system pembuangan. Oleh sebab itu, terdapat sebagian campuran udara – bahan bakar yang masuk akan memiliki jeda waktu untuk ikut keluar melalui katup buang setelah mendorong gas sisa pembakaran keluar dari ruang bakar. Hal ini juga menyebabkan berkurangnya tenaga mesin, karena gas buang akan mengalir lebih cepat dari system ke atmosfer, maka tingkat kebisingan akan semakin tinggi juga.

Ukuran diameter leher knalpot menjadi penentu besar kecilnya tekanan balik (*back pressure*) pada saat terjadi proses pembuangan. Terlalu besarnya

ukuran diameter sebuah knalpot berdampak pada penurunan performa mesin sebuah kendaraan, sebaliknya terlalu kecilnya ukuran diameter pun menghasilkan tekanan balik yang besar dan mengakibatkan kerugian tekanan sehingga berpengaruh juga terhadap penurunan performa mesin.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1. Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara . Waktu penelitian direncanakan berlangsung selama satu tahun, dimulai dari perencanaan alat, pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan data.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian direncanakan mulai dari persetujuan yang diberikan oleh pembimbing, perencanaan alat, pengambilan data hingga pengolahan data, waktu penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Rencana pelaksanaa penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi Literatur						
3	Pemilihan Bahan						
4	Perancangan desain knalpot						
5	Seminar proposal						
6	Pembuatan						
7	Pengambilan data hasil pengujian emisi						
8	Penyelesaian / penulisan skripsi						
9	Sidang						

3.2 Bahan Dan Alat

3.2.1. Bahan penelitian

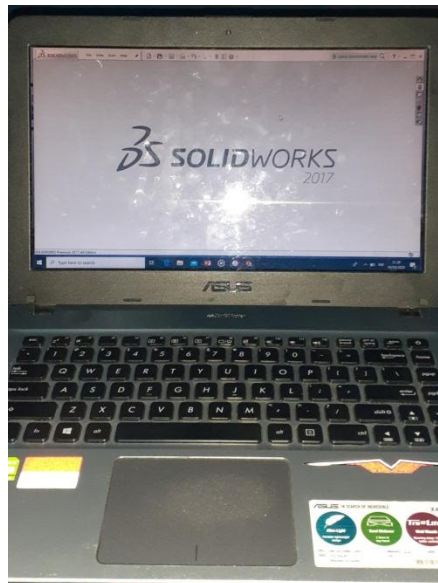
Bahan- bahan penilitan yang diperlukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Kertas untuk gambar sketsa dan print out gambar rancangan kenalpot yang dimodifikasi serta direkayasa. Kertas juga diperlukan untuk mencatat saat penelitian.
2. Besi pipa, pelat stainless stell , untuk pembuatan kenalpot
3. BBM pertalite, bahan bakar minyak yang digunakan untuk diuji
4. Skrap atau gram sisa pembubutan, yang akan digunakan adalah gram stainless steel, berat skrap atau gram akan menjadi variable pada penelitian ini. Skrap ini nantinya akan dimasukkan ke dalam kenalpot yang sudah dirancang.

3.2.2. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dlam penelitian ini antra lain:

1. Komputer yang dilengkapi dengan *Software solidworks*



Gambar 3.1. Leptop yang dilengkapi dengan *software solidworks*

Koputer yang dilengkapi dengan *software solidwork* ini di gunakan untuk merancang part knalpot atau susunan part knalpot yang berupa assembling dalam tampilan 3D untuk mepresentasikan part sebelum real partnya dibuat atau tampilan 2D (drawing) untuk gambar proses pemesinan.

2. Sepeda motor Vega ZR tahun 2011



Gambar.3.2. Sepeda motor yamaha vega zr

Spesifikasi Yamaha Vega ZR

Mesin	: 4 langkah, SOHC, 2 valve
Sistem pendinginan	: Udara
Jumlah silinder	: Tunggal, mendatar
Isi silinder	: 113,7cc
Sistem bahan bakar	: Karburator, VM17SH ×1
Diameter × langkah (bore × stroke)	: 50 x 57,9 mm
Rasio kompresi	: 9,3:1
Power maksimum	: 6 kW/7.500 rpm
Torsi maksimum	: 8,3 Nm/4.500 rpm
Kopling	: Otomatis, sentrifugal, tipe basah
Transmisi	: Manual, 4 speed, sistem return
Kapasitas tangki	: 4,2 liter
Kapasitas oli mesin	: 0,8 liter pada penggantian periodik
Dimensi (panjang × lebar × tinggi)	: 193 × 67,5 × 105,5 cm
Jarak sumbu roda	: 123,5 cm
Jarak terendah ke tanah	: 12,6 cm
Berat kendaraan	: 97 kg
Tipe Rangka	: Steel tube, underbone
Suspensi depan	: Teleskopik

Suspensi belakang	: Lengan ayun dengan peredam kejut ganda
Ukuran ban depan	: 70/90-17 38P
Ukuran ban belakang	: 80/90-17 44P
Rem depan	: Cakram hidrolik
Rem belakang	: Tromol
Sistem pengapian	: DC-CDI
Battery (accu / aki)	: YB5L-B, 12V-5Ah
Busi	: NGK C6HSA
Starter	: Elektrik dan kick starter

3. Mesin las Asetilin



Gambar 3.3. Mesin las Asetilin

Mesin las asetilin ini terdiri dari tabung gas oksigen , tabung gas asetilin, regulator, selang gas, welding toch (Brander las), Welding nozzel dan welding rod. Alat ini digunakan untuk menyambung part knalpot.

4. Gas Analyzer,



Gambar 3.4. Gas Analyzer

Sebagai alat instrument yang di gunakan untuk mengukur emisi gas buang kendaraan yang selanjutnya digunakan sebagai informasi apakah kendaraan tersebut masih ramah lingkungan atau perlu dilakukan perbaikan pada sistem tertentu. Gas yang bisa diukur dari perangkat ini ialah gas karbon dioksida (CO₂), Karbon monoksida (CO), dan Hidro Carbon (HC).

5. Tachometer



Gambar 3.6. Tachometer

Yang berfungsi untuk mendeteksi dan merekam laju putaran mesin pada saat penyetelan udara karburator (*air scuw*) untuk menghasilkan campuran udara dan bahan bakar yang tepat dan akurat.

6. Anemometer



Gambar 3.7. Anemometer

Anemometer adalah alat untuk mengukur kecepatan udara atau kecepatan gas buang pada sepeda motor sekaligus mengukur temperatur udara keluaran dari knalpot, untuk jarak yang digunakan dalam pengukuran yaitu 7 inci dari saluran gas buang .

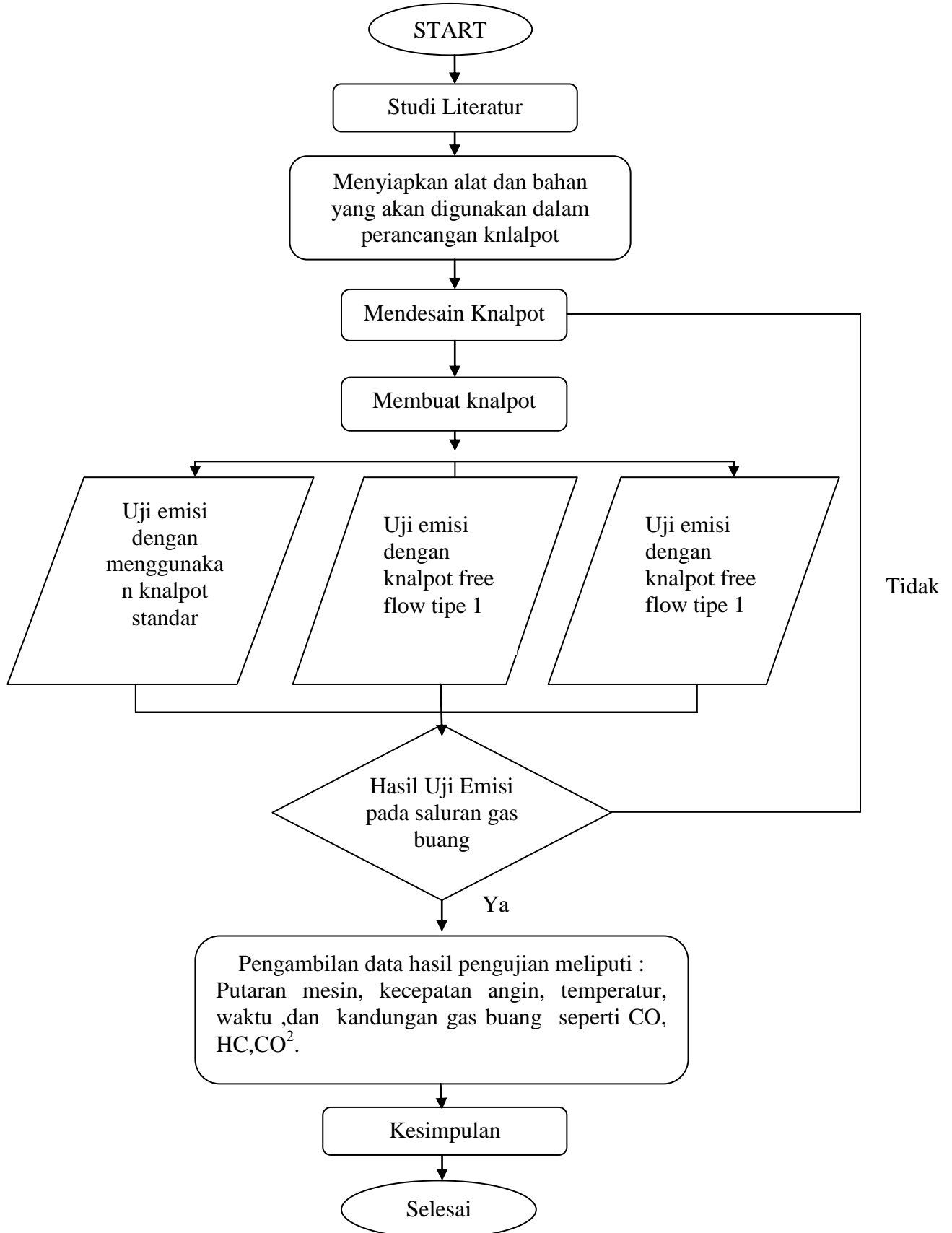
7. Timbangan Analitik



Gambar 3.8. Timbangan Analitik

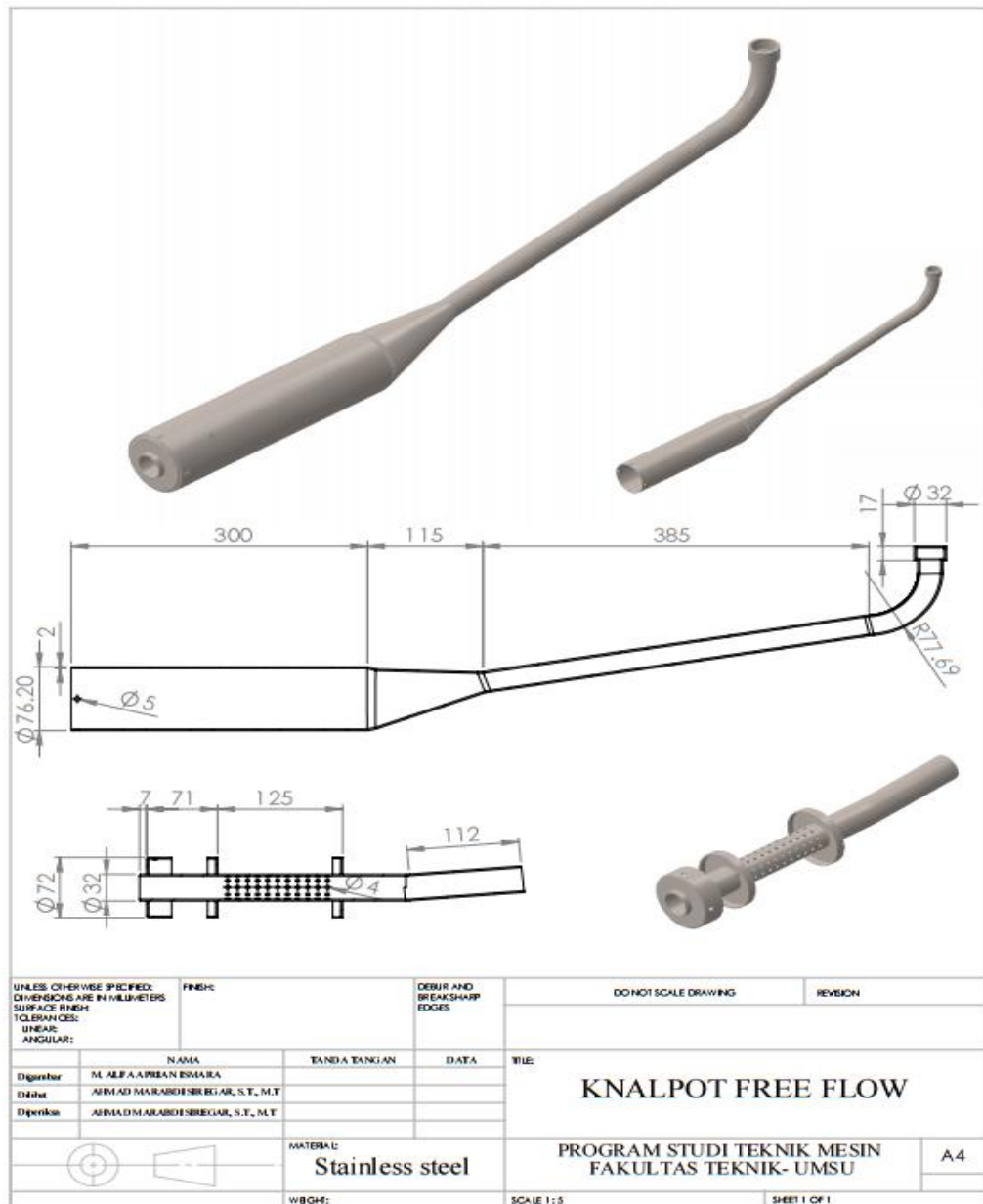
Timbangan Analitik ini memiliki kemampuan yang lebih spesifik dan dikhususkan untuk menimbang benda dengan berat yang sangat ringan. Dalam penelitian ini jenis timbangan analitik yaitu jenis timbangan analitik digital yang akan digunakan untuk menimbang *sponge steel*.

3.3 Bagan Alir penelitian

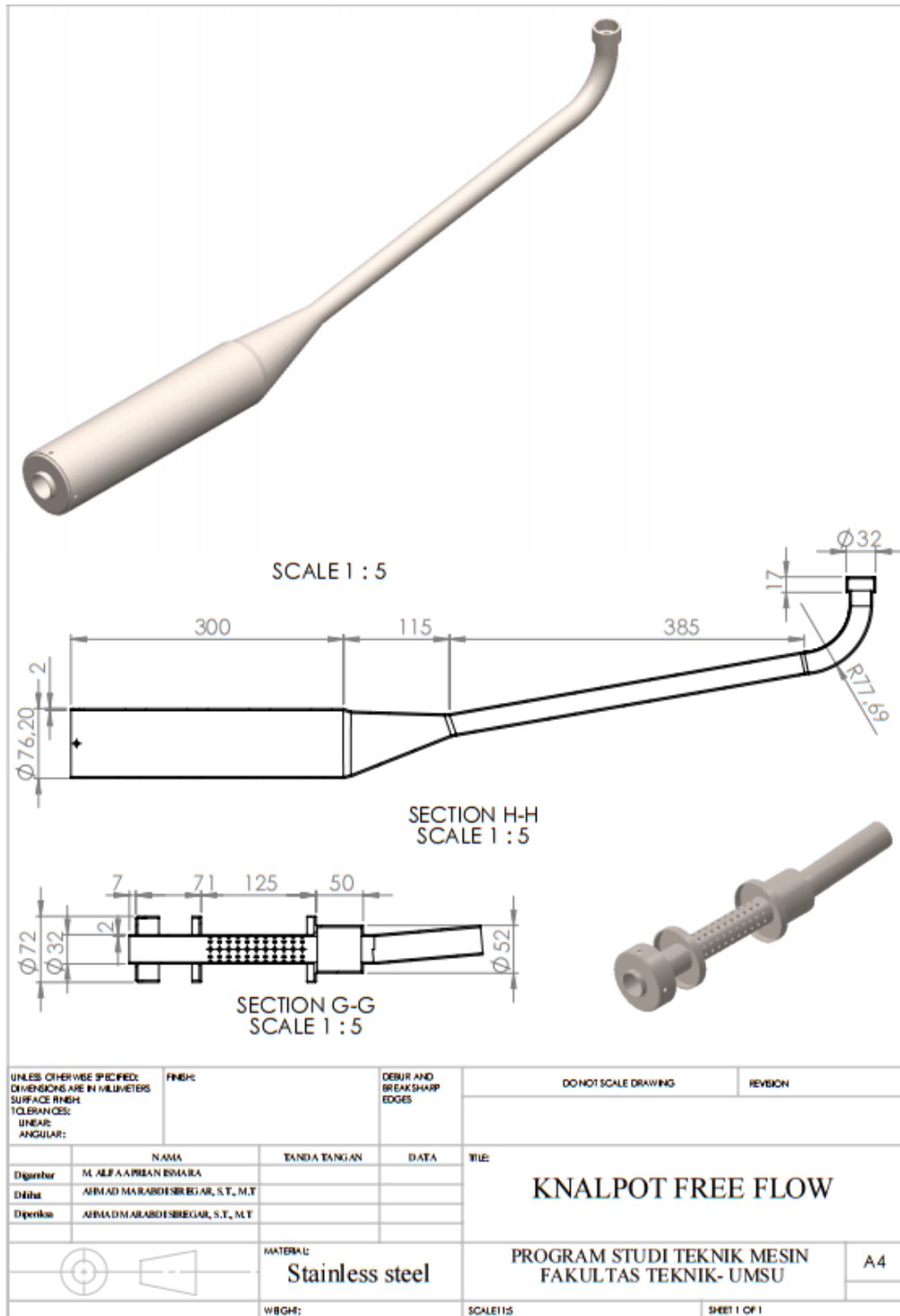


3.4 Rancangan Alat Penelitian

Merancang setiap part knalpot, dan hasilnya seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.9. Rancangan knalpot tipe1



Gambar 3.10. Rancangan knalpot tipe 2

3.5 Prosedur Penelitian

Dalam pendahuluan telah di sebutkan bahwa tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan tingkat emisi dan kemampuan mereduksi emisi yang dihasilkan oleh knalpot standar dengan knalpot yang telah dirancang pada mesin sepeda motor Vega ZR. Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukan penelitian dengan menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu metode dengan cara membandingkan antara penggunaan knalpot standart , knalpot free flow tipe 1 dan knapot free flow tipe 2 dengan menggunakan alat uji Gas Analyzer untuk mengamati nilai CO, HC dan CO₂. Untuk knalpot tipe 1 dan 2 ditambahkan 70 gr skrap Stainlees steel.

Pengujian dan analisa data pada uji emisi gas buang ini akan diatur variabel terkait dengan putaran mesin berkisar 4000 rpm, dan dengan suhu udara yang keluar dari knalpot 35°C - 40°C.

3.5.1. Tahapan pembuatan knalpot

1. Perancangan knalpot dengan *software solidworks* untuk merancang setiap part. Dengan *software solidwork* maka dapat diketahui bentuk-bentuk dari bagian knalpot sehingga memudahkan dalam pembuatan.
2. Hasil akhir rancangan diprint
3. Proses Pembuatan knalpot sesuai rancangan
4. Manyatukan setiap part knalpot dengan menggunakan Mesin las Asetilin

3.5.2. Tahap pengujian knalpot

1. Mempersiapkan sepeda motor dengan BBM pertalite
2. Membuka cup gigi tarik depan sepeda motor, hal ini untuk mengukur putaran mesin dengan tachometer.
3. Proses pengukuran putaran mesin dengan menggunakan alat tachometer
4. Ukur kecepatan angin gas buang sekaligus mengukur suhu gas buang dengan jarak alat ukur dengan knalpot 7 inci.
5. Pengujian emisi menggunakan knalpot standar Yamaha Vega ZR 115 cc dan menggunakan knalpot *free flow* model 1 dan model 2.

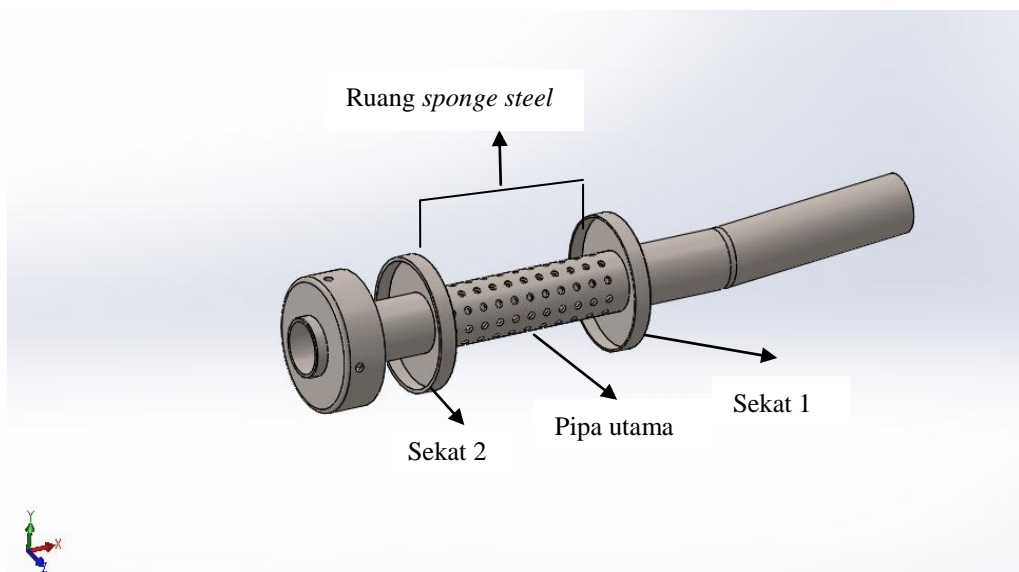
6. Pemasangan gram *stainless steel* pada knalpot *free flow* model 1 dan model 2, dengan menggunakan gram *stainless steel* dengan berat 70 g,
7. Perhatikan gas analyzer, baca data emisi gas buang yang diprint –out
8. Catat data untuk diolah atau dianalisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahap pembuatan dan pengujian

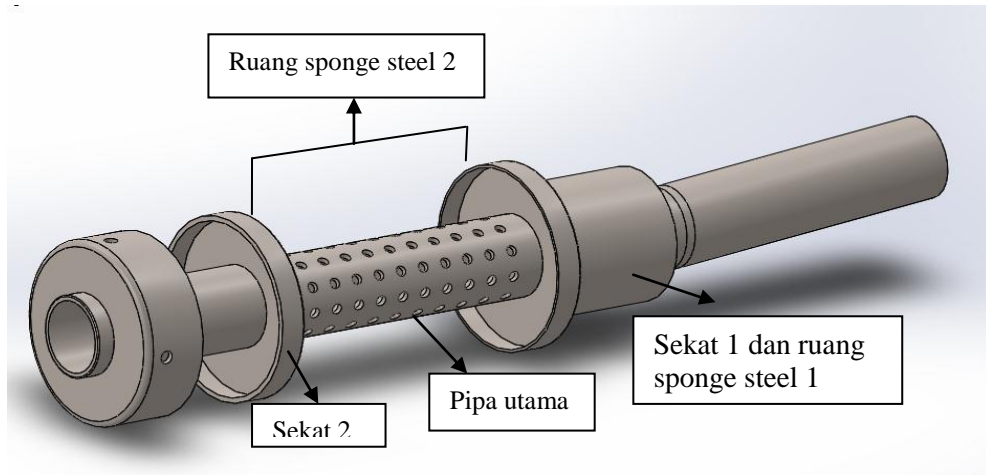
4.1.1. Tahapan Pembuatan

1. Perancangan knalpot dengan *software solidworks* untuk merancang setiap part. Dengan *software solidwork* maka diketahui bentuk-bentuk dari bagian knalpot sehingga memudahkan dalam pembuatan.



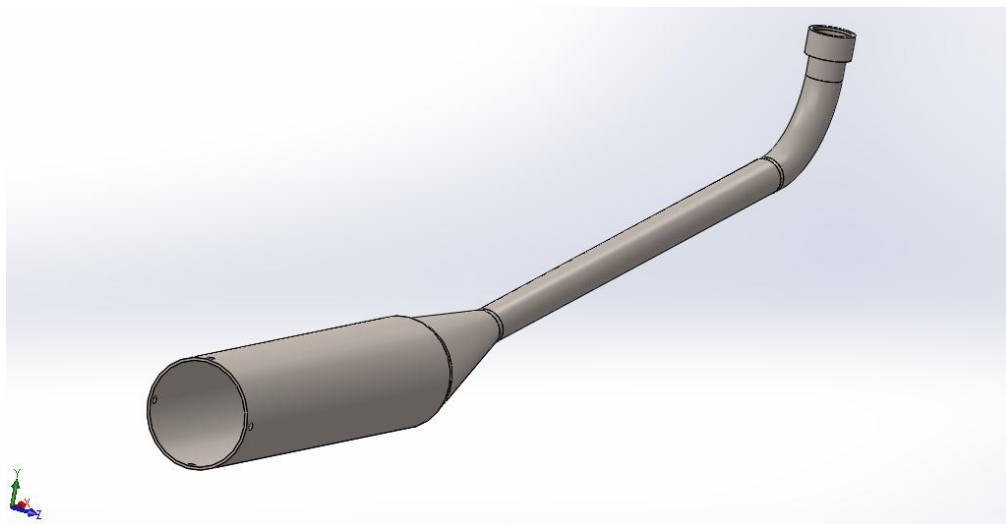
Gambar 4.1. Desain 3D saringan knalpot tipe 1

Desain 3D Saringan tipe 1 ini terdapat satu ruang *spong steel*, dimana pada ruang *spong steel* tersebut akan dibalut oleh *spong steel* sebrat 70 gr, lubang- lubang yang terdapat pada pipa utama difungsikan untuk mengalirkan gas hasil pembakar agar dapat menaikkan temperatur pada *spong steel* hingga menjadi membara dari bara tersebut diharapkan mampu untuk menurunkan konsentrasi Karbon monoksida (CO), Hidrocarbon (HC) dan Carbon dioksida (CO₂).



Gambar .4.2. Desain 3D saringan knalpot tipe 2

Desain 3D saringan knalpot tipe 2 ini memiliki 2 ruang *sponge steel*, dimana pada ruang *sponge steel* pertama diletakan *sponge steel* sebanyak 30 gr dan pada saat aliran gas buang melalui ruang *sponge steel* pertama temperatur *sponge steel* yang ada didalamnya akan naik lama kelamaan *sponge steel* tersebut membara dari bara tersebut diharapkan mampu untuk menurunkan konsentrasi Karbon monoksida CO, HC dan CO₂. Pada ruang *sponge steel* yang ke dua akan dibalutkan *sponge steel* sebesar 40 gr dan diharapkan mampu untuk menurunkan konsentrasi CO, HC dan CO₂ yang tersisa dari pembakaran yang terjadi pada ruang *sponge steel* pertama sebelum dikeluarkan ke atmosfer.



Gambar 4.3. Desain 3D Body knalpot

Desain body knalpot ini terdiri atas header dan selincer, dimana header merupakan bagian ujung knalpot yang di pasangkan kepada mesin. Jumlah header tergantung dengan berapa banyak jumlah silinder yang di miliki mesin. Fungsi utama dari header adalah menghubungkan keseluruhan dari sistem knalpot dengan sistem buang yang dimiliki suatu kendaraan bermotor. Untuk selincer berfungsi mengurangi untuk suara knalpot yang terlalu keras atau saringan kedua pada knalpot motor setelah resonator.

2. Proses Pembuatan knalpot



Gambar 4.4. knalpot free flow tipe 1



Gambar 4.5. Saringan Knalpot free flow tipe 2

Pada gambar 4.4. dan gambar 4.5. diatas adalah hasil dari pembuatan knalpot yang dilakukan dengan cara proses produksi yang mana proses tersebut terdiri dari proses pemotongan , proses pembengkokan , proses menggerinda dan proses pengelasan yang dilakukan dengan menggunakan mesin las Asetilin.

4.1.2. Tahapan Pengujian

A. Pengujian knalpot standart

1. Mempersiapkan sepeda motor dengan BBM pertalite



Gambar 4.6. sepeda motor yamaha vega zr

2. knalpot standart



Gambar 4.7. Knalpot standart

Mempersiapkan knalpot standart untuk knalpot standart itu sendiri termasuk ke dalam jenis knalpot chamber knalpot yang menggunakan sekat, kelebihan dan kekurangan pada knalpot chamber adalah bertenaga pada putaran bawah, akan tetapi kurang pada putaran atas, Pada knalpot chamber konsumsi bahan bakar lebih sedikit atau lebih irit.

3. Poros gigi tarik depan .



Gambar 4.8. Poros gigi tarik depan

Membuka cup gigi tarik depan sepeda motor, hal ini agar pada saat melakukan pengukuran putaran mesin lebih mudah untuk mengukur putaran mesin dengan tachometer.

4. Penggunaan Tachometer pada gigi tarik



Gambar 4.9. Penggunaan tachometer

Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran mesin dengan cara beri tanda putih pada gigi tarik depan yang akan berputar tanda putih ini akan dihitung oleh alat, posisikan alat sebaik mungkin agar laser dapat mengenai tanda putih , tekan tombol MEAS untuk mulai mengukur, baca hasil pengukuran pada layar.

5. Penggunaan Anemometer pada knalpot standart



Gambar 4.10. Pengukuran kecepatan angin gas buang

Proses pengukuran kecepatan angin gas buang sekaligus mengukur temperatur gas buang dengan jarak alat ukur dengan knalpot 7 inci.

5. Pengujian emisi pada knalpot standar Yamaha Vega ZR 115 cc



Gambar 4.11. Pengujian emisi gas buang dengan menggunakan Gas Analyzer

Pengujian akan dilakukan selama 3 menit dengan data yang diambil yaitu Karbon Monoksida (CO), Hidrocarbon (HC) dan Carbon Dioksida (CO₂) .

B. Pengujian pada knalpot rancangan

1. Persiapkan knalpot yang telah dirancang



Gambar 4.12. Knalpot *free flow*

Diatas adalah hasil dari pembuatan knalpot yang dilakukan dengan cara proses produksi yang mana proses tersebut terdiri dari proses pemotongan , proses pembengkokan, proses menggerinda dan proses pengelasan yang dilakukan dengan menggunakan mesin las Asetilin. Untuk knalpot yang dibuat adalah jenis knalpot *free flow* .

2. Pemasangan knalpot.yang telah dirancang pada sepeda motor yamaha Vega ZR113 cc



Gambar 4.13. proses pemasangan knalpot

3. Pemasangan *sponge steel* ,menggunakan gram stainless *steel* dengan berat 70 gram.



Gambar 4.14. Proses pemasangan *sponge steel*

4. Proses pengukuran putaran mesin dengan menggunakan alat tachometer



Gambar 4.15. pengukuran rpm dengan tachometer

Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran mesin dengan cara beri tanda putih pada gigi tarik depan yang akan berputar tanda putih ini akan dihitung oleh alat, posisikan alat sebaik mungkin agar laser dapat mengenai tanda putih , tekan tombol MEAS untuk mulai mengukur, baca hasil pengukuran pada layar.

5. Penggunaan Anemometer



Gambar 4.16. Penggunaan Anemometer

Proses pengukuran kecepatan angin gas buang sekaligus mengukur temperatur gas buang dengan jarak alat ukur dengan knalpot 7 inci.

6. Pengujian emisi pada knalpot *free flow*



Gambar 4.17. pengujian pada knalpot free flow

Pengujian akan dilakukan selama 3 menit dengan data yang diambil yaitu Karbon Monoksida (CO), Hidrocarbon (HC) dan Carbon Dioksida (CO₂) .

4.1.3. Anggaran biaya pembuatan dan pengujian

Tabel 4.1 Anggaran biaya pembuatan dan pengujian

No	Uraian	Kuantitas	Harga
1	½ inch tebal 2 mm	1	Rp.105.000
2	1 inch tebal 2 mm	1	Rp. 276.000
3	3 inch tebal 2 mm	1	Rp. 680.000
4	Ongkos pembuatan		Rp. 200.000
5	Biaya pengujian		Rp. 300.000
Total			Rp. 1.561.000

4.2. Hasil Pengujian dengan menggunakan Gas Analyzer

Pada pengujian emisi gas buang pada knalpot standar dan pengujian gas buang pada knalpot *free flow* tipe 1 dan 2 didapatkan data emisi gas buang sebagai berikut :

Tabel 4.2. Pengujian emisi gas buang knalpot standar

NO	Waktu Menit	Putaran Mesin Rpm	Kecepatan angin gas buang m/s	Temperatur udara keluar kenalpot °C	Carbon monoksida (CO) %	Hidro carbon (HC) Ppm	Carbon dioksida (CO ²) %
1	Ke 1	4060	6,2	37,0	7,03	407	4,6
2	Ke 2	4060	6,2	38,4	7,07	326	4,7
3	Ke 3	4060	6,2	43,8	6,75	350	4,5
Rata-rata			6,2	39,7	6,95	372	4,6

Tabel 4.3. Pengujian emisi gas buang knalpot *free flow* tipe 1

NO	Waktu Menit	Putaran Mesin Rpm	Kecepatan angin gas buang m/s	Suhu udara keluar kenalpot °C	Carbon monoksida (CO) %	Hidro carbon (HC) Ppm	Carbon dioksida (CO ²) %
1	Ke 1	4060	8,5	40,4	8,47	428	6,4
2	Ke 2	4060	8,5	40,6	8,54	460	6,4
3	Ke 3	4060	8,5	40,8	8,53	426	6,4
Rata-rata			8,5	40,6	8,513	438	6,4

Tabel 4.4. Pengujian emisi gas buang knalpot *free flow* tipe 2

NO	Waktu Menit	Putaran Mesin Rpm	Kecepatan angin gas buang m/s	Suhu udara keluar knalpot °C	Carbon monoksida (CO) %	Hidro carbon (HC) Ppm	Carbon dioksida (CO ²) %
1	Ke 1	4060	7,7	43,0	3,45	316	3,0
2	Ke 2	4060	7,7	43,7	3,40	281	2,8
3	Ke 3	4060	7,7	45	2,62	153	2,3
Rata-rata			7,7	43,9	3,16	250	2,7

4.3. Pembahasan dan Grafik hasil pengujian

Dalam peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor tipe lama didefinisikan sebagai batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor. Berikut ini tabel yang berisikan baku mutu emisi gas buang kendaraan bermotor.

Tabel 4.5. Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor (Sumber : kemen LH No.05 Tahun 2006)

No	Uraian	Parameter	Maksimum
1	Sepeda motor 2 tak bahan bakar premium	CO	4.5 %
		HC	1.200 ppm
2	Sepeda motor 4 tak bahan bakar premium	CO	4.5%
		HC	2.400 ppm
3	Kendaraan bermotor selain sepeda motor bahan bakar bensin	CO / HC	4.5 % / 1.200 ppm (< 2007)
		CO / HC	1.5% / 1.200 ppm (> 2007)

Selanjutnya nilai rata-rata dari data gas buang yang telah peroleh dari pengujian knalpot standart dan knalpot free flow disatukan seperti pada tabel berikut ini.

Tabel. 4.5..Data perbandingan pengujian emisi gas buang pada knalpot standart dan pada knalpot *free flow* dengan tambahan Sponge steel 70 gram .

NO	Knalpot	Putaran Mesin Rpm	Kecepatan angin gas buang m/s	Suhu tabung knalpot °C	Carbon monoksida (CO) %	Hidro carbon (HC) Ppm	Carbon dioksida (CO ²) %
1	Standart	4060	6,2	39,7	4,6	372	7
2	Dengan knalpot tipe 1	4060	8,5	40,6	8,513	438	6,4
3	Dengan dengan knalpot tipe 2	4060	7,7	43,9	3,16	250	2,7

4.3.1. Persentase emisi dan penurunan emisi

Dengan menggunakan persamaan 2 dan persamaan 3 pada halaman 6 dihitung persentase emisi serta persentase penurunan emisi yang terjadi .

$$\text{Persentase emisi} = \frac{\text{rata-rata emisi dengan skrap Sponge steel}}{\text{rata-rata emisi knalpot standart}} \times 100 \%$$

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

a. Perentase dan penurunan unsur carbon monoksida (CO) pada emisi gas buang.

- Untuk kandungan (CO) yang ada pada knalpot *free flow* tipe 1 dengan tambahan 70 gr, *sponge steel* ;

$$\text{persentase emisi} = \frac{8,51}{4,6} \times 100 \% = 185\%$$

Penurunan emisi (CO) adalah;

$$100 \% - 185\% = -85\%,$$

- Untuk kandungan(CO) yang ada pada knalpot *free flow* tipe 2 dengan tambahan 70 gr, *sponge steel* ;

$$\text{persentase emisi} = \frac{3,16}{4,6} \times 100 \% = 68,7 \%$$

Penurunan emisi (CO) adalah;

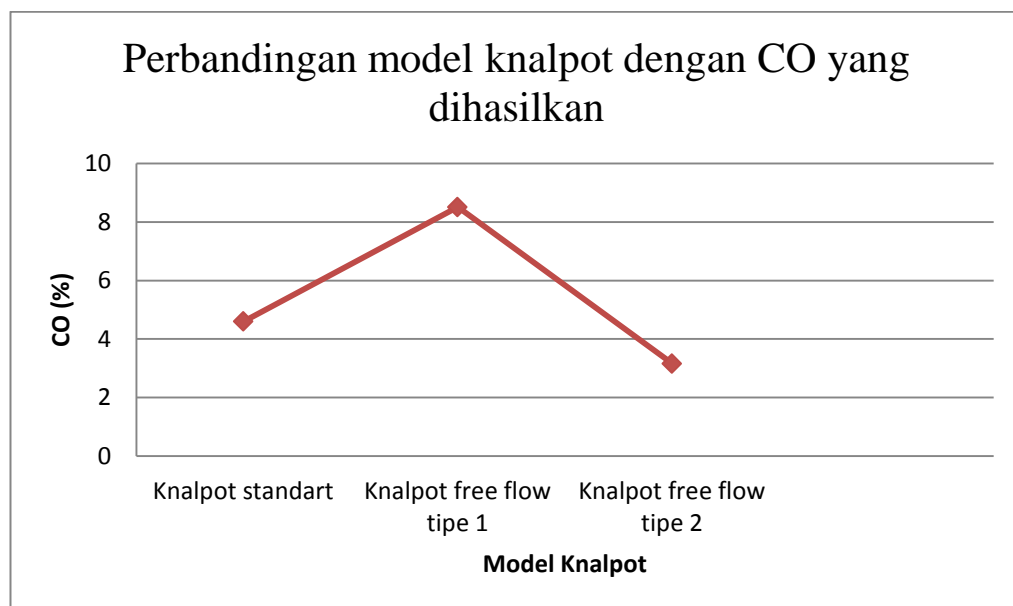
$$100 \% - 68,7 \% = 31,3 \%$$

Tabel . 4.6. Data persentasi CO pada emisi dan penurunan gas buang

N0	Knalpot	CO	Penurunan CO
		%	%
1	Standart	4,5	0
2	Knalpot <i>free flow</i> tipe 1	8,51	-85
3	Knalpot <i>free flow</i> tipe 2	3,16	31,3

Dari tabel .4.6. diatas menunjukkan bahwa hasil (CO) pada pengujian knalpot *free flow* tipe 1 sebesar 8,51%. Dengan kata lain hasil pengujian knalpot *free flow* tipe 1 masih belum bisa mencapai hasil seperti (CO) yang dihasilkan oleh knalpot standart. Dimana kondisi (CO) yang didapat pada Knalpot Standart sebesar 4.6%. Dan pada pengujian Knalpot *Free flow* tipe 2 dengan menambahkan berat limbah *Stainless Steely* yang sama yaitu 70 gram unsur (CO) yang didapat sebesar 3,16 %. Seperti yang diperlihatkan pada gambar .4.21.

Penyebab Karbon monoksida (CO) yang tinggi terjadi dari hasil pembakaran yang dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin terlalu kaya (kurangnya udara), yang mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna.



Gambar 4.18. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO yang dihasilkan

b. Perentase dan penurunan unsur Hidro Carbon (HC) pada emisi gas buang.

- Untuk kandungan (HC) yang ada pada knalpot *free flow* tipe 1 dengan tambahan 70 gr, *sponge steel* ;

$$\text{persentase emisi} = \frac{438}{372} \times 100 \% = 117,7\%$$

Penurunan emisi (HC) adalah;

$$100 \% - 117,7\% = -17,7\%,$$

- Untuk kandungan (HC) yang ada pada knalpot *free flow* tipe 2 dengan tambahan 70 gr, *sponge steel* ;

$$\text{persentase emisi} = \frac{250}{372} \times 100 \% = 67,2 \%$$

Penurunan emisi (HC) adalah;

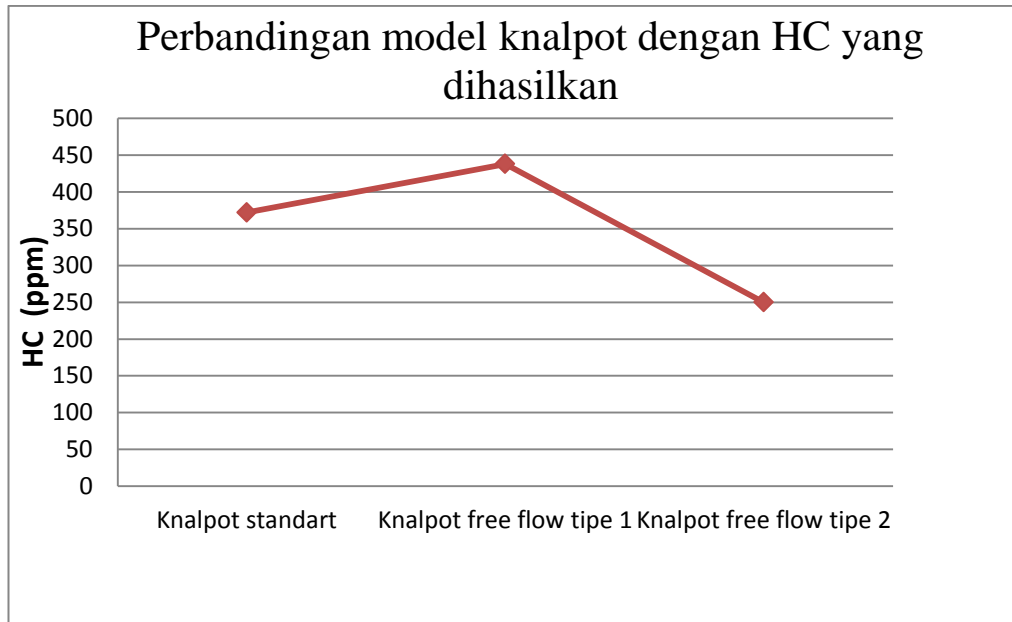
$$100 \% - 67,2\% = 32,8 \%$$

Tabel 4.7. Data persentasi HC pada emisi dan penurunan gas buang

NO	Knalpot	HC	Penurunan HC
		Ppm	%
1	Standart	372	0
2	knalpot <i>free flow</i> tipe 1	438	-17,7
3	knalpot <i>free flow</i> tipe 2	250	32,8

Pada tabel. 4.7. diatas menunjukkan bahwa hasil HC pada pengujian knalpot *free flow* tipe 1 sebesar 438 ppm. Dengan kata lain hasil pengujian knalpot *free flow* tipe 1 masih belum bisa mencapai hasil seperti HC yang dihasilkan oleh knalpot standart. Dimana kondisi HC yang didapat pada Knalpot Standart sebesar 372 ppm . Dan pada pengujian Knalpot *Free flow* tipe 2 dengan menambahkan berat limbah *Stainless Steel* yang sama yaitu 70 gram unsur HC yang didapat sebesar 250 ppm. Seperti yang diperlihatkan pada gambar .4.22.

Senyawa hidro karbon (HC) terjadi karena bahan bakar belum terbakar, tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar.



Gambar 4.19. Grafik perbandingan model knalpot dengan HC yang dihasilkan

c. Perentase dan penurunan unsur Carbon dioksida (CO₂) pada emisi gas buang.

- Untuk kandungan (CO₂) yang ada pada knalpot *free flow* tipe 1 dengan tambahan 70 gr, *sponge steel* ;

$$\text{persentase emisi} = \frac{6,4}{7} \times 100 \% = 91,4\%$$

Penurunan emisi (CO₂) adalah;

$$100 \% - 91,4\% = 8,57\%,$$

- Untuk kandungan (CO₂) yang ada pada knalpot *free flow* tipe 2 dengan tambahan 70 gr, *sponge steel*;

$$\text{persentase emisi} = \frac{2,7}{7} \times 100 \% = 38,57\%$$

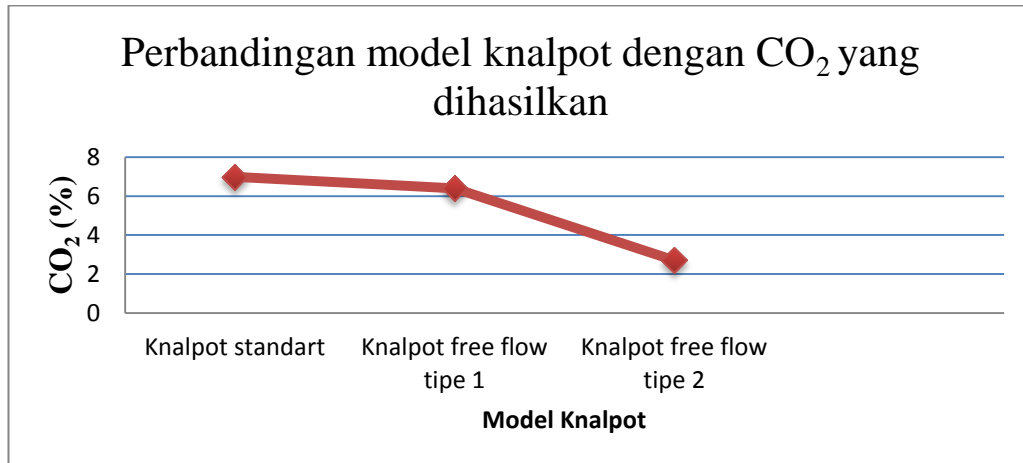
Penurunan emisi (CO₂) adalah;

$$100 \% - 38,57\% = 62 \%$$

Tabel 4.8. Data persentasi CO₂ pada emisi dan penurunan gas buang

NO	Knalpot	CO ₂	Penurunan CO ₂
		(%)	(%)
1	Standart	7	0
2	knalpot <i>free flow</i> tipe 1	6,4	8,57
3	knalpot <i>free flow</i> tipe 2	2,7	62

Pada tabel 4.8. diatas menunjukkan bahwa kondisi CO₂ pada emisi gas buang dengan knalpot standart unsur (CO₂) yang didapat sebesar 7 % sedangkan pada knalpot *free flow* tipe 1 unsur (CO₂) didapat 6.4 %, dan pada knalpot *free flow* tipe 2 unsur(CO₂) didapat 2,7%.Seperti yang diperlihatkan pada gambar .4.23.



Gambar 4.20. Grafik perbandingan model knalpot dengan CO₂ yang dihasilkan

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan dan hasil pengujian pada knalpot *free flow* untuk menurunkan emisi gas buang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Persentase penurunan yang terjadi antara knalpot *free flow* tipe 1 dan knalpot *free flow* tipe 2 yang paling baik dalam menurunkan emisi gas buang yaitu knalpot *free flow* tipe 2, jika dibandingkan dengan knalpot standart, penurunan yang terjadi pada knalpot *free flow* tipe 2 pada senyawa CO, 31,3% , senyawa HC, 32,8% dan senyawa CO₂, 62 %.
2. Rancangan knalpot *free flow* tipe 2 dengan menggunakan program *software solidwork 2014* dapat bekerja maksimal dalam memanaskan sponge steel dan menurunkan emisi gas buang
3. Pada knalpot *free flow* tipe 1 masih belum bisa mencapai hasil maksimal. Hal ini disebabkan oleh rancangan knalpot *free flow* tipe 1 yang arah aliran gas buangnya belum bisa bekerja maksimal dalam memanaskan *sponge steel* selain itu perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin juga dapat mempengaruhi hasil gas buang.

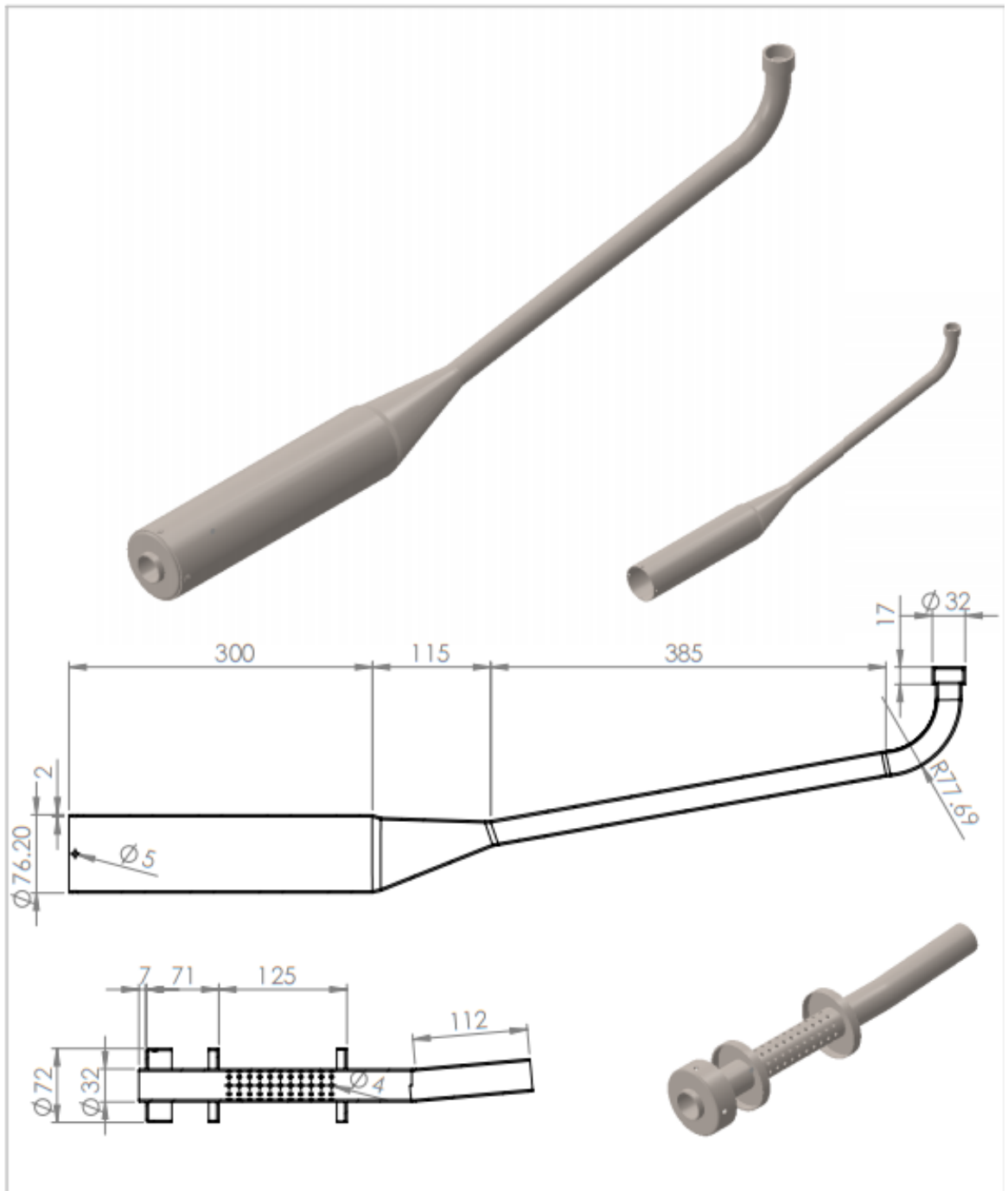
5.2. Saran

Penelitian ini memiliki keunggulan dan kelemahan yang belum bisa di paparkan oleh penulis, adapun saran dan masukan dari penulis adalah :

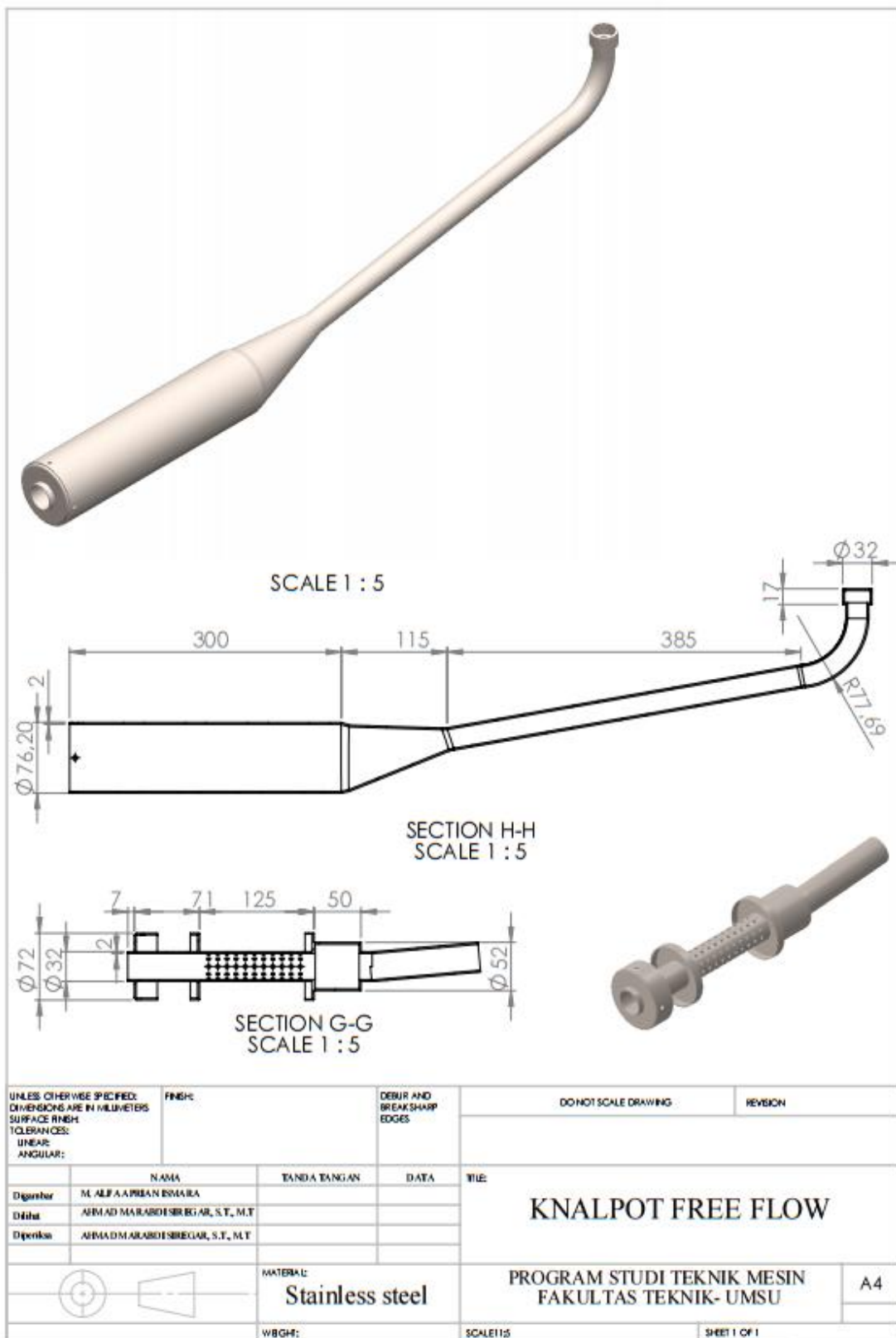
1. Sebelum melakukan pengujian pada saat menaikkan putaran mesin (rpm) jangan lupa memperhatikan campuran udara dan bahan bakar karena itu mempengaruhi hasil pengujian gas buang.
2. Penelitian dan eksperimen selanjutnya dapat merekayasa knalpot dengan bentuk dan model lain serta menambahkan jenis gram atau sekrap yang lain untuk penurunan emisi gas buang yang lebih efektif dan signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawan Bagus Rm, 2012 Rancang bangun Catalytic Converter dengan bahan katalis Tembaga- Mangan untuk unjuk kemampuan dalam mengurangi emisi gas buang. (Portalaruda.Orang articel=4740), di akses 27 Desember 2019
- 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 Negeri Yogyakarta: F207-F212.
- M, Muharnif ., & Septiawan, Randy.(2018).Analisa Pengujian Lelah Material Stainless Steel 304 Dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine”.Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi,Vol. 1, No. 1, September 2018, 64-73.Doi:<https://doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2437>.
- Rajadurai, S., dkk, (2014). “Materials for Automotive Exhaust System. International Journal of Recent Development in Engineering and Technology,(ISSN 2347- 6435(Online) Volume 2, Issue 3, March 2014).
- Sarjono dan KusnantoDedik, (2017).StudiEksperimen Penggunaan Knalpot berbasis sponge steel terhadap emisi gas buang pada motor 4 langkah.(ISBN : 978-602-0960-61-6).Di akses 24 Desember 2019
- Ahmad Marabdi Siregar., C A Siregar., & M. Yani. (2019).” Rekayasa Saluran Gas Buang Sepeda Motor Guna mengurangi Pencemaran Udara”. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, Vol. 2, No. 2, sept 2019, 171-179. Doi : <http://doi.org/10.30596/rmme.v2i2.3672>.
- Ahmad Marabdi Siregar., C A Siregar., & M. Yani. (2019).Engineering of motorcycle exhaust gases to reduce air pollution. Material Science and Engineering821(2020) 0124048. Doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012048.
- Sastrawijaya, A.T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- 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



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAMA		TANDA TANGAN	DATE	TITLE	
Digambar	M. ALF A A PRILAN ISMAIRA			EXHAUST FREE FLOW	
Ditahu	ARMAD MARANDI SREBIGAR, S.T., M.T				
Diperiksa	ARMAD MARANDI SREBIGAR, S.T., M.T				
MATERIAL: Stainless steel		PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK- UMSU		A4	
WBGH:		SCALE 1:5		SHEET 1 OF 1	



4 Gas
Emission
Analyzer

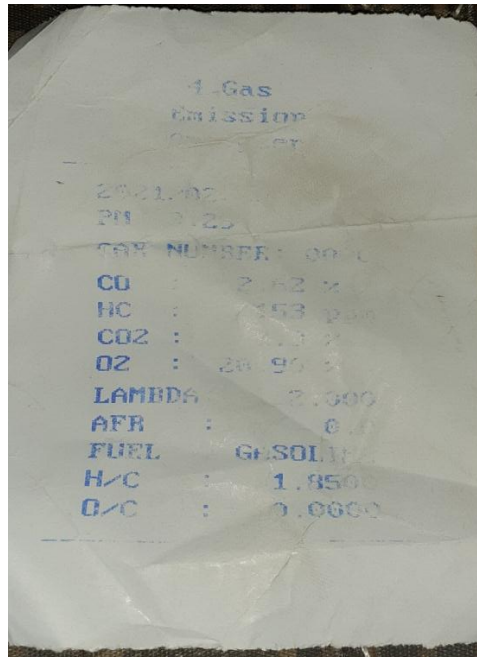
2020/12/19
PM 7:56
CAR NUMBER: 0000
CO : 6.75 %
HC : 350 ppm
CO2 : 4.5 %
O2 : 20.90 %
LAMBDA: 1.934
AFR : 28.4
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.0000

Gambar lampiran 1. print- out data emisi gas buang knalpot standar

4 Gas
Emission
Analyzer

2020/12/19
PM 7:02
CAR NUMBER: 0000
CO : 8.53 %
HC : 426 ppm
CO2 : 6.4 %
O2 : 20.47 %
LAMBDA: 1.627
AFR : 23.9
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.0000

Gambar lampiran 2. print- out data emisi gas buang knalpot *free flow* tipe 1



Gambar lampiran 3. print- out data emisi gas buang knalpot *free flow* tipe 2

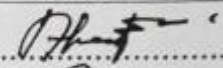
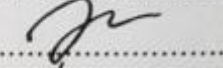
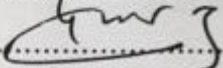
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

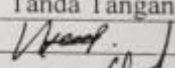



Peserta seminar

Nama : M. Alfa Apriani Ismara
 NPM : 1607230080
 Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Saluran Gas Buang Sepeda Motor Berbahan Stainless Steel Guna Mengurangi Pencemaran Udara.

DAFTAR HADIR

TANDA TANGAN

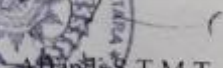
Pembimbing – I : Ahmad Marabndi.Srg.S.T.M.T : 
 Pemanding – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng : 
 Pemanding – II : Munawar A Srg.S.T.M.T : 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230046	M TRIP MAULANA	
2	1607230041	WANTU PRIAWAN	
3	1607230114	DANDI CAPTO HADI	
4	1607230001	HUSNI MURDAROK	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

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



Ketua Prodi. T. Mesin


 Alfa Apriani S.T.M.T

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

NAMA : M.Alfaprian Ismara
NPM : 1607230080
Judul T.Akhir : Rancang Bangun Saluran Gas Buang sepeda Motor berbahan Stainles Steel Guna Mengurangi Pencemaran Udara.

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

KEPUTUSAN

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

lihat pada masalah tugas akhir?

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 02 Sya'ban 1442H
16 Maret 2021M



Dosen Pembanding- I

Bekti Suroso

Bekti Suroso.S.T.M.Eng

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

NAMA : M.Alfalfa Aprian Ismara
NPM : 1607230080
Judul T.Akhir : Rancang Bangun Saluran Gas Buang sepeda Motor berbahan Stainles Steel Guna Mengurangi Pencemaran Udara.

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

KEPUTUSAN

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

.....*P. no. Bunkai*.....*Selwa*.....*Catatan*.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 02 Sya'ban 1442H
16 Maret 2021M



Dosen Pembanding- II

(Handwritten signature)

Munawar A Siregar.S.T.M.T



UMSU

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

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622460 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 17331/II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 16 November 2020 ini Menetapkan :

Nama : M. ALFA APRIAN ISMARA
Program Study : TEKNIK Mesin
Semester : IX (Sembilan)
Npm : 1607230080
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SALURAN GAS BUANG SEPEDA MOTOR
BERBAHAN STAINLESS STEEL GUNA MENGURANGI
PENCEMARAN UDARA .

Pembimbing 1 : 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. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal
Medan 30 Rabiul Awal 1442 H
16 November 2020 M

Dekan



Muhammad Alfansury Siregar, ST., MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

LEMBAR ASISTENSI PROPOSAL TUGAS AKHIR

Rancang bangun saluran gas buang sepeda motor berbahan stainless steel guna mengurangi pencemaran udara

Nama : M. Alfa Aprian Ismara
NPM : 1607230080

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	29-11-2019	Penyerahan Surat bimbingan	AH
2.	7-12-2019	Menambuh dan melengkapi Referensi & literatur	AH
3.	21-12-2019	perbaiki format tulisan	AH
4.	16-01-2020	Lanjut ke Bab-3	AH
5.	sabtu $\frac{7}{3}$ 2020	Perbaiki Bab 3, Buat prosedur perencanaan, Pembuatan dan pengujian	AH
6.	Rabu $\frac{11}{3}$ 2020	- Hce .. - persiapan Seminar proposal	AH
7.	selasa $\frac{5}{1}$ 2021	- perbaiki Bab-3, soal prosedur pembuatan & prosedur penelitian. - perbaiki Bab-4	AH
8.	$\frac{24}{2}$ 2021	lanjutkan Bab 5	AH
	$\frac{26}{2}$ 2021	persiapan seminar final	AH

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : M. ALFA APRIAN ISMARA
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Aceh Timur, 01 Maret 1998
Alamat : Dusun III Desa Tanjung Pasir Kec. Pkl.
Susu
Agama : Islam
E-mail : malfaaprian516@gmail.com
No.Hp : 081260299249

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 056645 Tahun 2004-2010
2. MTSS Al-Ikhlas PANGKALAN SUSU Tahun 2010-2013
3. SMK YPT PANGKALAN BERANDAN Tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara Tahun 2016-2021