

**RANCANG BANGUN *DECIBLE KILLER VALVETRONIC* PADA
KNALPOT RACING SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH 150 CC**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Sarjana Pendidikan S1
(Starata Satu) Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

Alfianri Fitra

NIM: 18073001/2018

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF

DEPARTEMEN TEKNIK OTMOTIF

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *DECIBLE KILLER VALVETRONIC* PADA
KNALPOT *RACING* SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH 150 CC

Nama : Alfiari Fitra
Nim : 18073001
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Departemen : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

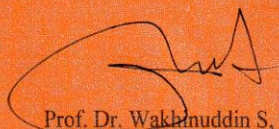
Padang, 25 Agustus 2022

Disetujui oleh
Dosen Pembimbing



Ahmad Arif, S.Pd., M.T
NIP: 198902272019031013

Mengetahui,
Kepala Departemen



Prof. Dr. Wakhuiddin S. M.Pd
NIP. 196003141985031003

PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi Didepan Tim Penguji

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

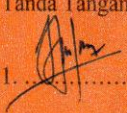
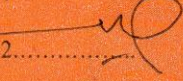
Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

Judul : Rancang Bangun Decible Killer Valvetronic Knalpot
Racing Sepeda Motor 4 Langkah 150 cc.
Nama : Alfianri Fitra
NIM : 18073001
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Departemen : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 25 Agustus 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Ahmad Arif S.Pd, M.T	1. 
2. Sekretaris	: Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc. Tech	2. 
3. Anggota	: Irma Yulia Basri, S. Pd, M.Eng	3. 



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id



Certified Management System
DIN EN ISO 9001:2000
Cert.No. 01.100 086042

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Alfianri Fitra**
NIM/TM : 18073001/2018
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Departemen : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Rancang Bangun Decible Kiler Valvetronic Knalpot Racing Sepeda Motor 4 Langkah 150 cc.”** Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 25 Agustus 2022

Saya yang menyatakan,



Alfianri Fitra
NIM. 18073001/2018

MOTO

“Dimana ada kesulitan disitu ada kemudahan,maka jangan sekali-kali berpikir untuk mundur karena nahkoda yang hebat tidak lahir dari ombak yang tenang”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabilalamin puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunianya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih kepada Ayahanda Sriyanto dan ibunda Setia Untari serta keluarga besar Sabili dan keluarga besar Kasidi yang telah mendoakan selama ini dan mendukung peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Skripsi ini dipersembahkan untuk kedua orang tua yang penulis sangat cintai.

Terimakasih kepada bapak Wawan Purwanto S.Pd.,M.T.,Ph.D selaku orang tua dikampus selaku dosen pembimbing akademik. Terimakasih kepada bapak Ahmad Arif, S.Pd., M.T selaku pembimbing skripsi yang telah membimbing peneliti sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih kepada bapak Dr. Remon Lapisa, ST, MT, M.Sc.Tech selaku dosen penguji 1 yang juga telah membimbing peneliti selama proses skripsi sehingga skripsi ini selesai dan lebih sempurna. Terimakasih kepada ibuk Irma Yulia Basri S.Pd., M.Eng selaku dosen penguji 2 yang juga telah membimbing peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih kepada teman- teman seperjuangan, abang senior dan adik-adik Departemen Teknik Otomotif FT UNP yang juga mendukung proses penyelesaian skripsi ini.

Hormat Saya



Alfianri Fitra

ABSTRAK

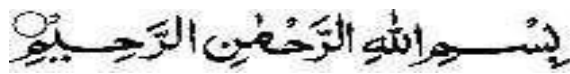
Alfianri Fitra. 2022. “Rancang Bangun *Decible Killer Valvetronic* Knalpot *Racing* pada Sepeda Motor 4 Langkah 150 cc” *Skripsi*. Padang: Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini membahas tentang rancang bangun *decibel killer valvetronic* knalpot *racing* pada sepeda motor empat langkah 150 cc dengan melihat tingkat kebisingan sesuai dengan aturan yang berlaku dan suhu knalpot. Perancangan *decibel killer valvetronic* knalpot *racing* dapat menghasilkan tiga variasi suara yang diatur oleh *valve* tertutup (0°), terbuka 45° dan 90° yang di gerakkan dengan motor servo dan dikontrol dengan arduino uno. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *design experiment* yang dilakukan di Laboratorium Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang pada tanggal 12 juni sampai 12 juli 2022 pada sepeda motor Satria FU 150 cc tahun 2014. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no. 7 tahun 2009 menyatakan tentang batasan tingkat kebisingan suara knalpot. Untuk sepeda motor yang menggunakan kapasitas mesin dibawah 80 cc, batas kebisingannya yaitu 80 *decible*. Motor yang menggunakan kapasitas 80 – 170 cc, tidak boleh lebih dari 90 *decible* dan motor yang menggunakan kapasitas diatas 170 cc, mempunyai batas kebisingan maksimal 90 *decible*. Setelah itu dengan merujuk dari persentase tingkat kebisingan dan suhu terendah antara *decibel killer valvetronic valve* tertutup (0°), terbuka 45° dan 90° maka dari hasil penelitian didapatkan tingkat kebisingan terendah pada *valve* tertutup (0°) dan suhu terendah pada setelah *valve* terbuka 90° . Hal ini disebabkan karena pada *valve* tertutup (0°) terjadinya hambatan di dalam saluran buang, sehingga suara yang dihasilkan knalpot menjadi rendah dan pada *valve* terbuka 90° , gas buang akan keluar secara sempurna yang mengakibatkan suhu menjadi rendah.

Kata Kunci

Decible Killer Valvetronic, Kebisingan, Suhu.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah subahana wa Ta'ala, yang telah memberikan dan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul” **Rancang Bangun Decible Killer Valvetronic pada Knalpot Racing Sepeda Motor 4 Langkah 150 cc**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata 1 (S1) pada Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (FT UNP).

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat masukan berupa arahan dan dorongan baik moril maupun materi dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S., M.Pd selaku Kepala Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Wagino, S. Pd., M.Pd.T selaku Sekretaris Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D selaku Dosen Penasehat Akademik.
5. Bapak Ahmad Arif, S. Pd, M.T selaku Dosen pembimbing.

6. Bapak Dr. Remon Lapisa, ST. MT, M.Sc dan ibuk Irma Yulia Basri S. Pd, M.Eng selaku Dosen Penguji Skripsi.
7. Bapak/ibuk Dosen Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Seluruh keluarga terutama kedua orang tua yang telah memberikan semangat, dorongan dan motivasi kepada penulis baik secara materil maupun non materil.
9. Rekan –rekan mahasiswa yang telah memberi motivasi dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Kepada semua pihak yang telah membantu membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang bapak/ibu, saudara/i berikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini untuk selanjutnya.

Wassalamu'alaikum warohmatullohi wabarakatuh.

Padang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Kajian Teori	7
1. Motor Bensin.....	7
2. Saluran Buang (<i>Exhaust Manifold</i>).....	9
3. Arduino	14
4. Arduino Uno	17
5. Motor Servo	18
6. Bunyi dan Suhu	19

B. Penelitian yang Relevan.....	22
C. Kerangka Konseptual.....	23
D. Pertanyaan Penelitian.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Jenis Penelitian	27
B. Defenisi Operasional dan Variabel Penelitian.....	28
C. Objek Penelitian.....	29
D. Instrumentasi dan Teknik Pengumpulan Data	30
E. Teknik Analisis Data	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Hasil Penelitian.....	41
B. Pembahasan.....	58
C. Keterbatasan Penelitian.....	64
BAB V PENUTUP.....	74
A. Kesimpulan.....	74
B. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi sepeda motor Satria Fu 150 tahun 2014	29
Tabel 2. Pengujian Tingkat Kebisingan knalpot standar	33
Tabel 3. Pengujian Tingkat Kebisingan <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 0°	34
Tabel 4. Pengujian Tingkat Kebisingan <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 45°	34
Tabel 5. Pengujian Tingkat Kebisingan <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 90°	35
Tabel 6. Pengujian suhu knalpot standar	37
Tabel 7. Pengujian suhu <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 0°	37
Tabel 8. Pengujian suhu <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 45°	38
Tabel 9. Pengujian <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 90°	38
Tabel 10. Hasil Pengujian Tingkat Kebisingan knalpot standar	41
Tabel 11. Hasil pengujian Tingkat Kebisingan <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat tertutup 0°	42
Tabel 12. Hasil pengujian Tingkat Kebisingan <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 45°	44
Tabel 13. Hasil pengujian Tingkat Kebisingan <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat katup terbuka 90°	45
Tabel 14. Hasil Pengujian Suhu knalpot standar	46
Tabel 15. Hasil pengujian Suhu <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat tertutup 0°	47
Tabel 16. Hasil pengujian Suhu <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat terbuka 45°	49

Tabel 17. Hasil pengujian Suhu <i>Decible Killer Valvetronic</i> knalpot <i>racing</i> pada saat terbuka 90°.....	51
---	----

Gambar 1. Langkah Kompresi	9
Gambar 2. Saluran Buang	10
Gambar 3. Arduino USB.....	15
Gambar 4. Arduino Serial	16
Gambar 5. Arduino Mega	16
Gambar 6. Arduino Fio	17
Gambar 7. Arduino Lilypad	17
Gambar 8. Arduino BT	18
Gambar 9. Arduino Nano dan Mini	18
Gambar 10. Arduino Uno	19
Gambar 11. Kerangka Konseptual	25
Gambar 12. Desain Penelitian.....	31
Gambar 13. Knalpot	
Gambar 14. Posisi <i>valve</i> 0°	32
Gambar 15. Posisi <i>valve</i> 45°	32
Gambar 16. Posisi <i>valve</i> 90°	32
Gambar 17. Grafik Hasil Pengujian Tingkat Kebisingan	53
Gambar 18. Grafik Hasil Pengujian Suhu Standar	54
Gambar 19. Grafik Hasil Pengujian Suhu Knalpot <i>Racing Decible Killer</i> <i>Valvetronic</i> tertutup 0°	55
Gambar 20. Grafik Hasil Pengujian Suhu Knalpot <i>Racing Decible Killer</i> <i>Valvetronic</i> tertutup 45°	56

Gambar 21. Grafik Hasil Pengujian Suhu Knalpot <i>Racing Decible Killer</i> <i>Valvetronic</i> tertutup 90°	57
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan yang terjadi pada dunia otomotif khususnya teknologi sepeda motor sangat pesat diantaranya pada bagian sistem bahan bakar, sistem pengapian, sistem pemasukan, sistem pendinginan dan sistem pembuangan. Di Indonesia telah banyak dilakukan berbagai modifikasi sepeda motor baik terhadap penampilan maupun performa sepeda motor. Dari desain penampilan, dapat dilihat dari penggunaan cat maupun *striping* yang terdapat berbagai jenis dan model. Sehingga banyak dijumpai acara kontes sepeda motor sebagai salah satu cara untuk menyalurkan hobi modifikasi pemiliknya. Dalam performa, dapat dilihat dari penggunaan busi *racing*, CDI *racing* maupun coil *racing*. Sehingga sistem pengapian menjadi lebih besar dan menghasilkan performa yang lebih tinggi.

Salah satu modifikasi yang sering dilakukan adalah pada sistem pembuangan sepeda motor, khususnya pada knalpot. Knalpot adalah suatu komponen yang digunakan sebagai penyalur sisa emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran pada sepeda motor. Selain itu, knalpot juga berfungsi sebagai peredam kebisingan yang dihasilkan mesin. Menurut Boentarto (2005:31) menyatakan bahwa agar gas buang sepeda motor keluar dengan suara yang halus dan tidak menimbulkan polusi suara, maka gas buang tersebut disalurkan melalui knalpot ke lingkungan. Knalpot terbagi menjadi 2 jenis yaitu: knalpot standar dan knalpot *racing*. Knalpot standar adalah

knalpot yang menghasilkan suara yang halus karena memiliki *muffler*, sedangkan knalpot *racing* adalah knalpot yang mengeluarkan suara yang keras karena tidak memiliki *muffler* untuk mengeluarkan sisa hasil pembakaran. Namun sebagian masyarakat, khususnya masyarakat kalangan muda tidak memanfaatkan knalpot sebagai peredam kebisingan. Sebaliknya menggunakan knalpot dengan suara bising bertujuan agar sepeda motornya memiliki performa yang tinggi.

Saat ini perkembangan knalpot *racing* sepeda motor cukup pesat, baik untuk sepeda motor yang mempunyai performa yang tinggi maupun rendah. Hal ini timbul karena banyaknya peminat dari masyarakat kalangan muda yang ingin mempunyai suara knalpot yang lebih keras dan menaikkan performa yang lebih tinggi karena mesin dapat membuang dengan mudah sisa pembakaran yang dihasilkan pada mesin. Pada awalnya knalpot *racing* hanya digunakan untuk balap sepeda motor, namun saat ini knalpot *racing* sudah banyak dijumpai dijalanan umum.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no. 7 tahun 2009 menyatakan tentang batasan tingkat kebisingan suara knalpot. Untuk sepeda motor yang menggunakan kapasitas mesin dibawah 80 cc, batas kebisingannya yaitu 80 *decible*. Motor yang menggunakan kapasitas 80 – 170 cc, tidak boleh lebih dari 90 *decible* dan motor yang menggunakan kapasitas diatas 170 cc, mempunyai batas kebisingan maksimal 90 *decible*.

Penggunaan knalpot *racing* tentunya sangat berpengaruh terhadap torsi, daya, emisi gas buang, suhu, konsumsi bahan bakar dan tingkat kebisingan.

Hal ini disebabkan karena pada knalpot *racing* tidak mempunyai *muffler* pada saat mesin mengeluarkan sisa pembakaran, sedangkan pada knalpot standar memiliki *muffler* sehingga suara yang dihasilkan lebih halus.

Decible Killer adalah suatu komponen yang digunakan pada knalpot *racing* yang berfungsi sebagai pengatur tingkat kebisingan knalpot dengan memperkecil saluran buang menggunakan katup (*valve*), sehingga dapat menghasilkan variasi suara yang berasal dari knalpot *racing* sesuai keinginan pemiliknya. Namun penggunaan *Decible Killer* dapat berpengaruh terhadap torsi, daya, suhu, tingkat kebisingan dan konsumsi bahan bakar sepeda motor.

Dilihat dari sistem penggerak katupnya, *Decible Killer* ada 2 jenis yaitu: *Decible Killer* dengan penggerak katup secara manual dan penggerak elektronik (*valvetronic*). Pada saat ini, sepeda motor umumnya masih menggunakan *Decible Killer* dengan penggerak katup secara manual karna harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan penggerak katup elektronik (*valvetronic*).

Penggunaan *Decible Killer* dengan penggerak katup secara manual memiliki beberapa kelemahan seperti pengoperasian yang lebih sulit dibandingkan penggerak katup elektronik (*valvetronic*) dan belum adanya informasi terkait tingkat kebisingan *Decible Killer* yang sesuai dengan tingkat kebisingan yang telah ditentukan atau diizinkan. Sehingga penulis melakukan penelitian yang bertujuan untuk membuat *Decible Killer Valvetronic* dengan tingkat kebisingan sesuai aturan yang telah ditentukan dan juga dengan

menggunakan bahan yang relatif murah sehingga dapat dijangkau oleh masyarakat yang berekonomi menengah kebawah.

Dalam penelitian ini penulis akan membuat suatu knalpot yang dapat menghasilkan variasi suara, dengan menggunakan metode katup (*valve*) yang digerakkan oleh motor servo dan dikontrol dengan arduino. Sehingga suara knalpot bisa diubah sesuai keinginan pengguna. Setelah itu, dilanjutkan dengan melakukan pengujian pengaruh penggunaan *Decible Killer Valvetronic* pada Knalpot *Racing* Terhadap Tingkat Kebisingan dan suhu knalpot pada saat katup (*valve*) tertutup 0°, terbuka 45° dan 90°.

Dari uraian diatas, maka penulis mengangkat judul **“Rancang Bangun *Decible Killer Valvetronic* pada Knalpot *Racing* Sepeda Motor 4 Langkah 150 cc”**. Penelitian ini bertujuan agar konsumen sepeda motor, khususnya kalangan muda dapat melakukan variasi suara knalpot menggunakan *Decible Killer Valvetronic* dengan harga terjangkau dan memiliki tingkat kebisingan yang rendah sesuai ambang batas tingkat kebisingan yang telah ditentukan atau diizinkan sampai tingkat kebisingan yang tinggi. Selain itu, penulis juga berharap agar pengguna sepeda motor dapat mengetahui pengaruhnya terhadap tingkat kebisingan dan suhu knalpot sepeda motor.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis mengambil identifikasi masalah yaitu:

1. *Decible Killer Valvetronic* yang sudah ada memiliki harga yang lebih mahal.
2. Kurangnya informasi tentang pengaruh penggunaan *Decible Killer* terhadap tingkat kebisingan sepeda motor.
3. Kurangnya informasi tentang pengaruh penggunaan *Decible Killer* terhadap suhu knalpot sepeda motor.
4. Rancangan yang penulis buat memiliki kelebihan yaitu memiliki harga yang lebih murah dan memiliki tingkat kebisingan sesuai aturan yang telah ditentukan atau diizinkan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah yang dikemukakan diatas, maka Penulis mengambil batasan masalah yaitu: Rancang bangun *Decible Killer Valvetronic* pada knalpot *racing* dan pengaruhnya terhadap tingkat kebisingan dan suhu knalpot sepeda motor.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian batasan masalah yang dikemukakan diatas, maka Penulis mengambil rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana membuat rancang bangun *Decible Killer Valvetronic* pada knalpot *racing*.
2. Bagaimana membuat *Decible Killer Valvetronic* pada knalpot *racing* dengan tingkat kebisingan sesuai standar yang diizinkan.
3. Bagaimana pengaruh penggunaan *Decible Killer Valvetronic* pada knalpot *racing* terhadap suhu knalpot sepeda motor.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin penulis capai dalam penelitian ini yaitu:

1. Membuat rancang bangun *Decible Killer Valvetronic* pada knalpot *racing*
2. Membuat *Decible Killer Valvetronic* pada knalpot *racing* dengan tingkat kebisingan sesuai aturan yang ditentukan.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan *Decible Killer Valvetronic* terhadap suhu knalpot sepeda motor.

F. Manfaat Peneitian

1. Manfaat bagi Penulis
 - a. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
 - b. Sebagai salah satu pengaplikasian ilmu yang diperoleh di Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
2. Bagi pembaca
 - a. Sebagai bahan rujukan dalam perancangan *Decible Killer Valvetronic* knalpot *racing* sepeda motor.
 - b. Dapat mengetahui pengaruh *Decible Killer Valvetronic* sepeda motor terhadap tingkat kebisingan dan suhu knalpot sepeda motor.

BAB II

LANDASAN TEORI

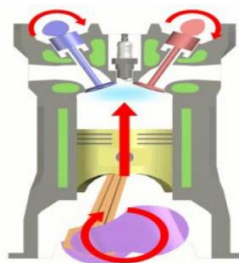
A. Kajian Teori

1. Motor Bensin

Menurut Bahrul Amin dan Faisal Ismet (2016:21), Motor bensin adalah sebagai sebuah mesin konversi energi yang mengubah energi kimia yang dikandung oleh bahan bakar dan udara menjadi energi mekanis melalui proses pembakaran.

Berdasarkan siklus kerja, motor bensin dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah. Motor bensin dua langkah adalah motor yang memerlukan dua kali langkah piston satu kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha), sedangkan motor bensin empat langkah adalah motor bensin yang memerlukan empat langkah piston dan dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha).

Menurut Marsudi (2010:8), Adapun proses yang terjadi pada motor bensin empat langkah adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Langkah Kompresi
Sumber : Marsudi (2010:8)

a. Langkah Hisap

Pada langkah ini katup hisap (*intake valve*) terbuka dan katup buang (*exhaust valve*) tertutup. Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), poros engkol (*crank shaft*) bergerak 180°, gerakan tersebut menjadikan kevakuman pada ruang silinder yang mengakibatkan terjadinya perbedaan tekanan antara udara di dalam silinder dan diluar silinder. Hal ini menyebabkan tekanan didalam silinder sangat rendah dan mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar terhisap masuk kedalam silinder melalui saluran masuk (*intake manifold*). Ketika piston bergerak sampai ke titik mati bawah (TMB) katup hisap tertutup.

b. Langkah Kompresi

Setelah piston menyelesaikan langka hisap, piston bergerak ke titik mati atas (TMA) dan *crankshaft* berputar 180°, katup masuk dan katup buang tertutup. Piston yang bergerak keatas menyebabkan campuran udara dan bahan bakar akan di kompresikan atau dimampatkan. Selama proses kompresi, temperature udara dan bahan bakar meningkat mencapai ratusan derajat, beberapa derajat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA), busi akan memercikkan bunga api sehingga campuran udara yang bertekanan tinggi dan bertemperatur tinggi tersebut akan terbakar.

c. Langkah Usaha

Pada langkah usaha, piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), *crankshaft* bergerak 180° dan kedua katup masih tertutup. Hasil pembakaran yang terjadi pada langkah kompresi menyebabkan menekan piston ke titik mati bawah (TMB), sehingga menghasilkan usaha dan kemudian tenaga gerak piston disalurkan batang piston ke *crankshaft* dan dirubah menjadi gerak putar. Saat piston berada di titik mati bawah, katup masuk tertutup dan katup buang mulai terbuka.

d. Langkah Buang

Pada langkah buang, piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) dan *crankshaft* berputar 180° , katup masuk tertutup dan katup buang terbuka, piston mendorong sisa pembakaran keluar ruang silinder melalui saluran buang ke udara luar. Setelah langkah buang selesai, maka siklus berikutnya kembali ke langkah yang sama pada siklus diatas.

2. Saluran Buang (*Exhaust Manifold*)

Daryanto (1999:43) mengatakan bahwa fungsi knalpot sebagai penghantar gas buang secara aman dengan tempat yang lebih memungkinkan pada kendaraan dan dikeluarkan ke udara luar dan mereduksi/menekan kebisingan dan temperatur sebelum dilepas serta beberapa kendaraan mereduksi pencemaran gas buang. Jadi dapat disimpulkan bahwa knalpot adalah suatu alat yang digunakan untuk

menyalurkan sisa hasil pembakaran dari mesin ke udara luar dan sebagai peredam suara dari hasil pembakaran yang terjadi di dalam mesin.

a. Bagian-bagian pada Knalpot



Gambar 2. Knalpot *Racing*
Sumber : motorplus-online.com

1) Saluran Buang (*Exhaust Manifold*)

Menurut Daryanto, 2003 hal. 115 – 117, saluran ini dihubungkan dengan lubang dari tiap-tiap silinder untuk mengalirkan gas sisa hasil pembakaran keluar melalui pipa buang terus ke peredam knalpot (*muffler*). Pada umumnya letak saluran buang ini terletak dibawah saluran masuk, dengan maksud supaya pancaran panas dari saluran buang dapat memanaskan saluran masuk untuk membantu penguapan gas (udara dan bahan bakar) didalam saluran masuk tersebut.

Fungsi saluran buang adalah mengumpulkan gas buang dari silinder ke satu tempat melalui pipa buang. Pada beberapa sepeda motor, saluran buang dilengkapi dengan satu pengontrol panas yang ditempatkan di dalam saluran buang, katup ini bekerja atas dasar perubahan suhu di dalam saluran itu sendiri, pada waktu

dingin katup menutup dan gas panas akan beredar di dalam saluran masuk. Kemudian jika telah panas saluran ini akan membuka dengan sendirinya dan gas bakar akan langsung dibuang melalui pipa buang.

Gas buang yang keluar dari motor masih mempunyai tekanan sebesar $3\text{--}5 \text{ kg/cm}^2$ dan suhunya sekitar $600 - 800^\circ\text{C}$, masih terkandung juga panas sebesar $35 - 40 \%$ dari gas pembakaran. Saluran buang dipasang di kepala silinder dan dihububungkan ke saluran buang, biasanya terbuat dari besi tuang. Pada saluran ini terdapat sebuah katup pengontrol panas yang dioperasikan secara otomatis, jika mesin dingin katup tertutup dan gas buang langsung memanaskan bagian saluran masuk. Hal ini akan memanaskan seluran masuk sebagaimana mesin dihangatkan (*warm up*) dan *thermostat* membuka katup sehingga semua gas melewati pipa buang dan menstabilkan temperatur.

Gas yang dihasilkan akibat pembakaran bahan bahan bakar dan udara menghasilkan tekanan yang tinggi, ketika gas yang bertekanan tinggi ini melewati saluran buang dan bertemu dengan udara dingin ini menimbulkan gelombang kejut berupa ledakan yang sangat keras. Suara ledakan tersebut tidak jika tidak diredam akan mengganggu bagi pengguna atau masyarakat sekitar.

Setelah gas buang ini melewati saluran pipa knalpot dan slinder maka gelombang kejut atau supersonik akan diperlambat, sehingga

dibawah kecepatan suara. Gas buang harus keluar melalui saluran buang dengan lancar, karena jika proses pembuangan gas tidak lancar berarti akan mengganggu proses pemasukan bahan bakar pada lubang slinder.

2) *Muffler*

Gas sisa pembakaran (*exhaust*) dikeluarkan dari mesin tekanan yang tinggi (sekitar $3 - 5 \text{ kg/cm}^2$) dan temperaturnya sekitar $600 - 800^\circ\text{C}$. Besarnya panas sekitar 34% dari energi panas yang dihasilkan oleh mesin. Bila gas sisa pembakaran dengan panas dan tekanan yang tinggi langsung ditekan ke udara luar, maka gas tersebut akan mengembang dengan cepat, menyebabkan timbulnya suara ledakan yang keras. *Muffler* digunakan untuk mencegah terjadinya hal tersebut. Gas sisa pembakaran dikurangi tekanannya dan di dinginkan saat melewati *muffler*. (Toyota Servis Training, 2012 hal. 131 – 132).

b. Jenis – jenis Knalpot

1) Knalpot Standar

Boentarto (2005:31), Agar gas buang sepeda motor keluar dengan suara halus dan tidak mengganggu pendengaran, maka gas buang tersebut disalurkan melalui knalpot ke udara luar.

2) Knalpot Non Standar (*racing*)

Ikta Wahyu widodo,dkk (2006:3), Knalpot non standar adalah knalpot dengan suara yang keras, biasanya disebut dengan knalpot *racing*.

- a) Tipe *Silent series*, knalpot model *silent* suara yang dihasilkan tidak terlalu keras .
- b) Tipe *Free Flow*, knalpot yang menggunakan sistem pelepasan gas buang lebih ringkas dan singkat turbelensinya, sehingga dikenal dengan sistem pembuangan *free flow*.

3) *Decible Killer*

Decible Killer adalah suatu alat yang digunakan pada knalpot yang berfungsi sebagai peredam dan pengeras suara yang dihasilkan dari proses pembakaran dari mesin,dimana *Decible Killer* dapat mengubah suara,sehingga suara yang dihasilkan dapat berubah sesuai keinginan pengendara dalam satu knalpot.

Prinsip kerja *Decible Killer* yaitu dengan menggunakan katup (*valve*) yang ditempatkan disaluran buang. Pada saat katup (*valve*) tertutup maka suara yang dihasilkan akan lebih halus dan sebaliknya,pada saat katup terbuka maka suara yang dihasilkan lebih keras. Ada 2 Jenis *Decible Killer Valvetronic* jika dilihat dari segi pengoperasiannya,yaitu:

- a) *Decible Killer valve* Manual, yaitu: peredam dan pengeras suara knalpot yang menggerakkan katup (*valve*) secara manual,

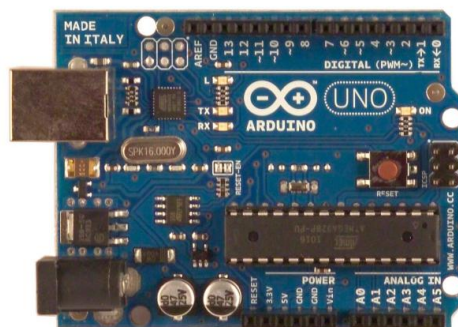
sehingga pengoperasian lebih rumit dan desain yang kurang menarik.

- b) *Decible Killer Valvetronic*, yaitu: peredam dan pengeras suara knalpot yang menggerakkan katup (*valve*) secara elektronik oleh motor penggerak, sehingga pengoperasian yang lebih mudah dan memiliki desain yang lebih menarik.

3. Arduino

Menurut Feri Djuandi (2011), arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. *IDE* adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory *microcontroller*. Ada beberapa jenis papan arduino, antara lain:

a. Arduino USB



Gambar 3. Arduino USB
Sumber : Feri Djuandi (2011)

Menggunakan USB sebagai pemrograman atau komunikasi komputer contoh:

- 1) Arduino Uno
- 2) Arduino Duemilanove
- 3) Arduino Diecimila
- 4) Arduino NGRev.C
- 5) Arduino NG (NuovaGenerazione)
- 6) Arduino Extreme dan Arduino Extremev2
- 7) Arduino USB dan Arduino USB v2.0

b. Arduino Serial

Menggunakan RS 232 sebagai pemrograman atau komunikasi komputer.



Gambar 4. Arduino Serial
Sumber : Feri Djuandi (2011)

c. Arduino Mega



Gambar 5. Arduino Mega
Sumber : Feri Djuandi (2011)

Papan arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya. Contoh:

- 1) Arduino Mega
- 2) Arduino Mega2560

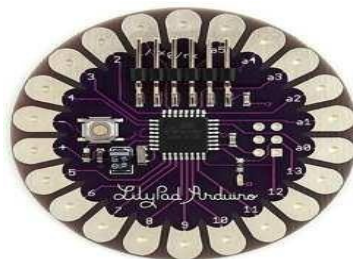
d. ArduinoFio



Gambar 6. Arduino Fio
Sumber : Feri Djuandi (2011)

Ditujukan untuk penggunaan nirkabel.

e. ArduinoLilypad



Gambar 7. Arduino Lilypad
Sumber : Feri Djuandi (2011)

Papan dengan bentuk yang melingkar. Contoh : lilypad arduino 00, lilypad arduino 01, lilypad arduino 02, lilypad arduino 03, lilypad arduino 04.

f. ArduinoBT



Gambar 8. Arduino BT
Sumber : Feri Djuandi (2011)

Mengandung modul/*bluetooth* untuk komunikasi nirkabel.

g. Arduino Nano dan Arduino Mini



Gambar 9. Arduino Nano dan Mini
Sumber : Feri Djuandi (2011)

Papan berbentuk kompak dan digunakan bersama *breadboard*. Contoh:

- 1) Arduino Nano 3.0, arduino nano 2.x
- 2) ArduinoMini 04, arduino mini 03, arduino stamp 02

4. Arduino Uno

Menurut Jelly H. Sinaga, Arduino Uno adalah sebuah *board* rangkaian elektronik yang bersifat *open source* didalamnya terdapat *chip* mikrokontroler keluaran Atmel. Arduino Uno R3 merupakan *board*

berbasis mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno R3 memiliki 14 digital pin input / output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 pin input analog menggunakan *crystal* 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB (*Universal Serial Bus*), *jack* listrik, *header ICSP* dan tombol *reset*. Pin *analog* pada Arduino Uno R3 memiliki tegangan *analog* referensi (*Aref*) sebesar 5 volt.

Pin analog memiliki fitur untuk mengubah sinyal analog yang masuk menjadi nilai digital yang mudah diukur. Pin digital hanya dapat mengenali sinyal 0 volt sebagai nilai *low* dan 5 volt sebagai nilai *high*. Sedangkan Pin analog dapat mengenali sinyal pada rentang nilai *voltase* tersebut. Hal ini sangat berguna ketika kita hendak mengukur sesuatu dari sensor dan menggunakan nilai masukan tersebut untuk keperluan lain.



Gambar 10. Arduino Uno R3
Sumber : Jelly H. Sinaga

5. Motor Servo

Asep Saefullah, Dewi Immaniar dan Reza Amar Juliansah (2015), Mengatakan bahwa Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam

motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, variabel resistor (VR) atau *potensiometer* dan rangkaian kontrol.

Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Jenis – jenis motor servo adalah sebagai berikut :

- a. Motor servo standar 180° Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.
- b. Motor servo *continuous* Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

6. Bunyi dan Suhu

- a. Bunyi

Menurut Mastria Suandika dalam Didi (2008:3) menyatakan bahwa : Bunyi adalah hasil getaran dari sebuah benda. Getaran dari sumber bunyi menggetarkan udara yang berada disekitarnya dan

merambat ke segala arah sebagai gelombang longitudinal. Bunyi secara psikologis didefinisikan sebagai hasil dari variasi-variasi tekanan udara yang berlaku pada permukaan gendang telinga mengubah tekanan ini menjadi sinyal-sinyal elektrik dan diterima otak sebagai bunyi.

Menurut Rudi Hartono, dkk (2009:35) mengatakan bahwa bising merupakan bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no. 7 tahun 2009 menyatakan tentang batasan tingkat kebisingan suara knalpot. Untuk motor yang menggunakan kapasitas mesin dibawah 80 cc, batas kebisingannya yaitu 80 (db). Motor yang menggunakan kapasitas 80 – 170 cc, tidak boleh lebih dari 90 (db) dan motor yang menggunakan kapasitas mesin diatas 170 cc, mempunyai batas kebisingan maksimal 90 (db).

b. Suhu

Suhu biasanya didefinisikan sebagai ukuran atau derajat panas-dinginnya suatu benda atau sistem. Benda yang panas memiliki suhu yang tinggi sedangkan benda yang dingin memiliki suhu yang rendah. Pada hakikatnya suhu adalah ukuran energi kinetik rata-rata yang dimiliki molekul-molekul sebuah benda. Jenis – jenis alat ukur suhu yaitu:

- 1) Termometer klinis yaitu: alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu badan.
- 2) Termometer ruangan yaitu: alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu ruangan.
- 3) Termometer digital yaitu: alat ukur suhu dengan memakai sifat pemuaian pada logam.
- 4) Termokopel yaitu: alat ukur suhu melalui dua jenis logam berbeda sehingga menimbulkan efek *thermo electric*.

Pengukuran suhu mempunyai beberapa jenis skala antara lain:

1) *Celcius*

Skala yang memiliki titik bawah (titik beku) sebesar 0°C dan titik tetap atas (titik didih) sebesar 100°C

2) *Reamur*

Skala yang memiliki titik tetap bawah (titik beku) sebesar 0° reamur dan titik tetap atas (titik didih) sebesar 80° reamur.

3) *Fahrenheit*

Skala yang memiliki titik tetap bawah (titik beku) sebesar 32° fahrenheit dan titik tetap atas (titik didih) sebesar 212° Fahrenheit.

4) *Kelvin*

Skala yang memiliki titik tetap bawah (titik beku) sebesar 273° kelvin dan titik tetap atas (titik didih) sebesar 373° kelvin.

B. Penelitian yang Relevan

Untuk mendukung dan mempertegas kajian teori diatas,maka peniliti mengambil kesimpulan penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan saya lakukan,antara lain:

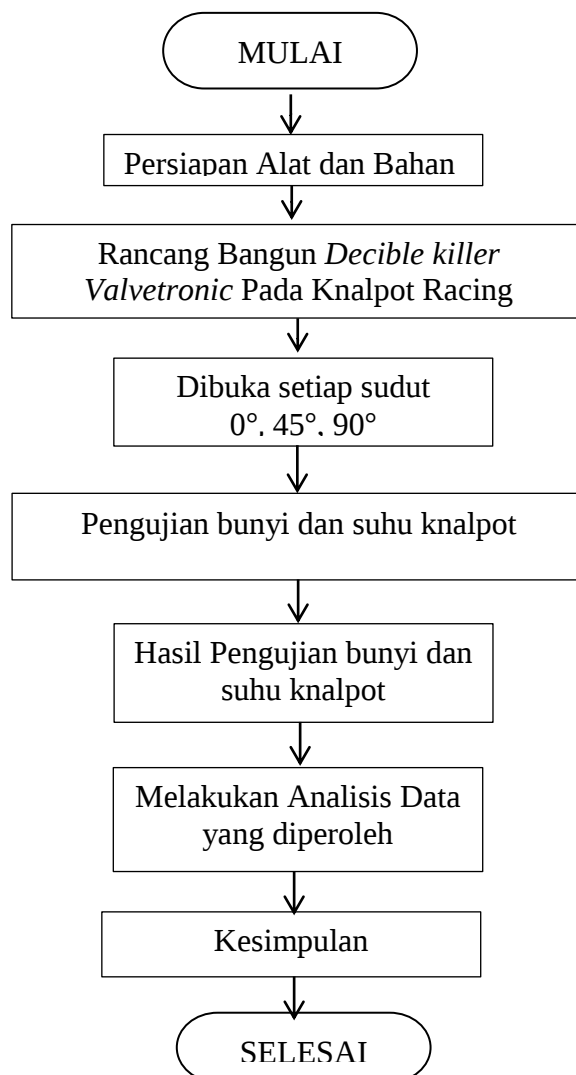
1. Sabar Pasaribu (2021), melakukan penelitian tentang rancang bangun knalpot menghasilkan dua suara pada kendaraan 110 CC. Hasil penelitian menyatakan bahwa rancang bangun knalpot dua suara sangat dibutuhkan didunia otomotif,namun harus dibarengi dengan biaya yang murah dan tidak terlalu berat.
2. Syarifudin (2018), melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan knalpot standar dengan *Racing* terhadap konsumsi bahan bakar sepeda motor mio gt soul tahun 2012. Hasil penelitian menyatakan bahwa konsumsi bahan bakar menggunakan knalpot *racing* lebih besar 90% dibandingkan dengan knalpot standart.
3. Welsa Putra,Hasan Maksum & Donny Fernandez (2015), melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan knalpot standar dan racing terhadap tekanan balik, suhu dan bunyi pada sepeda motor 4tak. Hasil penelitian menyatakan bahwa penggunaan knalpot racing pada sepeda motor 4 tak dapat menaikkan tingkat suara knalpot dari knalpot standar.

Penelitian yang akan penulis lakukan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu: knalpot yang dapat menghasilkan variasi suara dengan metode *valvetronic* yang digerakkan oleh motor servo dan dikontrol dengan arduino uno, sehingga memiliki harga

yang lebih murah dibandingkan dengan *Decible Killer Valvetronic valvetronic* yang sudah ada. Penelitian yang penulis lakukan juga memiliki keunggulan dengan memiliki tingkat kebisingan sesuai ambang batas yang telah ditentukan atau diizinkan.

C. Kerangka Konseptual

Dengan dilakukannya penelitian ini, maka akan dihasilkan *Decible Killer Valvetronic (Decible Killer) Valvetronic* pada knalpot *racing* sehingga menghasilkan variasi suara dalam satu knalpot. Dengan penelitian ini juga akan diketahui seberapa tingkat kebisingan dan perbandingan antara variasi yang dihasilkan pada knalpot serta diketahui juga seberapa perbandingan konsumsi bahan bakar di variasi suara yang dihasilkan knalpot. Untuk lebih jelasnya, kerangka konseptual penelitian dapat digambarkan pada diagram berikut:



Gambar 11. Kerangka konseptual

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian masalah serta kajian teori diatas, maka Peneliti mengajukan pertanyaan untuk penelitian ini diantara lain:

1. Bagaimana merancang dan membuat *Decible Killer Valvetronic* knalpot *racing* pada sepeda motor 4 langkah 150 cc.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *Decible Killer Valvetronic* knalpot *racing* saat katup tertutup (0°), terbuka 45° dan 90° terhadap tingkat kebisingan.

3. Bagaimana pengaruh penggunaan *Decible Killer Valvetronic* knalpot *racing* saat katup tertutup (0°) , terbuka 45° dan 90° terhadap suhu.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini telah menghasilkan alat *Decible Killer Valvetronic knalpot racing* pada sepeda motor empat langkah 150 cc, dimana dalam pembuatan alat ini, ada beberapa tahap seperti pengadaan alat dan bahan, merakit alat sehingga menjadi alat yang utuh. Alat ini digunakan untuk pengatur suara knalpot sehingga knalpot dapat menghasilkan suara yang bervariasi. Pada alat ini penulis membuat *Decible Killer Valvetronic* dengan tiga variasi yaitu 0°, 45° dan 90°. Variasi suara tersebut diatur oleh katup yang digerakkan oleh motor servo dan di kontrol dengan arduino. Cara kerja *Decible Killer Valvetronic knalpot racing* yaitu: pada saat *switch* ditekan, maka arus dari baterai akan masuk ke *stepdown*, kemudian *stepdown* akan memperkecil tegangan, sehingga tegangan yang masuk kedalam arduino uno menjadi 5 volt. Selanjutnya arduino uno akan menggerakkan motor servo dan mengontrol gerakan servo sesuai keinginan pengguna dan motor servo akan menggerakkan katup yang berada didalam saluran buang.
2. Hasil rancang bangun knalpot *racing Decible Killer Valvetronic* dan hasil uji yang dilakukan serta undang-undang tentang ambang batas

tingkat kebisingan knalpot, maka *Decible Killer Valvetronic* pada posisi katup tertutup (0°) dapat digunakan dalam putaran 1200 – 4000 rpm untuk menurunkan tingkat kebisingan knalpot sehingga knalpot *racing* yang digunakan tidak melanggar aturan yang berlaku. Namun pada putaran tinggi yaitu pada putaran mesin 4500 dan 500 rpm menghasilkan suara sebesar 90.26 dan 91.46 db, sehingga pada putaran tersebut telah melanggar aturan yang berlaku.

3. Posisi katup 0° , suhu sebelum *valve* lebih besar dibandingkan dengan sesudah *valve*. Hal ini disebabkan karena adanya hambatan dari katup sehingga gas buang tidak keluar secara sempurna. Pada katup 45° dan 90° , suhu sebelum alat dan sesudah alat hampir sama, karena gas buang hampir keluar secara keseluruhan.

B. Saran

1. Untuk menurunkan tingkat kebisingan knalpot, penulis menyarankan untuk memperbesar diameter katup, sehingga gas buang lebih kecil keluar ke udara bebas.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencari tekanan balik knalpot *racing Decible Killer Valvetronic*.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat mencari pengaruh *Decible Killer Valvetronic* terhadap torsi dan daya sepeda motor.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Bahrul & Ismet, Faisal. 2016. *Teknologi Motor Bensin*. Jakarta: Kencana
- Boentarto (2005). Cara pemeriksaan,penyetelan dan perawatan sepeda motor. Yogyakarta: c.v Andi offset.
- Daryanto, 2003, “Motor Bensin Pada Mobil ”, cv yrama widya”, Bandung
- Daryanto. 1999. Pengetahuan Komponen Mobil. Jakarta: Bumi Aksara.
- Djuandi, Feri. "Pengenalan Arduino." *E-book*. *www. tobuku* 24 (2011).
- Fisika. 2013. “Koefisien Muai Panjang: pengertian, rumus, contoh soal” <https://www.fisika.co.id/2020/11/koefisien-muai-panjang.html>, diakses pada 24 agustus 2022 pukul 09.47 wib.
- Fitri. 2015. “Spesifikasi Satria FU 150 Baru” <https://sepeda-motor.info/spesifikasi-suzuki-satria-f150-baru-review-kelebihan-kekurangannya.htm>, diakses pada 14 agustus 2022 pukul 13.30 wib.
- Hadi, Firman. 2019. “Pasang Knalpot CLD ini Bisa Bikin CBR 150 Tenaganya Naik 5 dk, Harganya Cuma RP 1 Jutaan” <https://www.motorplus-online.com/read/251927922/test>, diakses pada 11 maret 2022 pukul 08.00 wib.
- Hermanico, Hermanico, Faisal Ismet, and Toto Sugiarto. "Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar dengan Non Standar terhadap Tingkat Kebisingan pada Sepeda Motor Yamaha Mio." *Automotive Engineering Education Journals* 3.4 (2014).
- Huda, Syahrul, Wawan Purwanto, dan Budi Utomo Wisesa. “Pengaruh Pemasangan Turbo Cyclone Pada Sepeda Motor 4 Tak Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang”. *MOTIF: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Industri* 3.2 (2021): 69-76.
- Ikta wahyu widodo, dkk. (2006). Smart Muffler (Knalpot Multi Suara) Sebuah Knalpot Inovatif Yang Mampu Menaikan Performa Kendaraan Bermotor. *Jurnal*. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang .(diakses tanggal 20 januari 2014).
- Marsudi.(2010). Teknisi Otodidak Sepeda Motor Belajar Teknik dan Perawatan Kendaraan Ringan Mesin 4 Tak. Yogyakarta: Penerbit Andi
- New Step 1 Training Manual, 2012, pt.-toyota-astra motor.