

TUGAS AKHIR

ANALISA ALIRAN FLUIDA PADA MUFFLER

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

Disusun Oleh:

TEJA RAMADHAN

1507230241



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

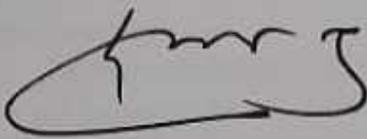
Nama : Teja Ramadhan
NPM : 1507230241
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Aliran Fluida Pada Variasi Muffler
Bidang ilmu : Konversi Energi

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, 12 Oktober 2021

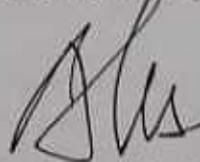
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



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

Dosen Pembimbing II / Peguji



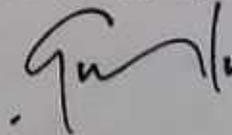
Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



H Muharnif, S.T., M.Sc

Dosen Pembanding II / Peguji



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Kelua

Chandra A Siregar, S.T., M.T



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Teja Ramadhan
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 13 Februari 1996
NPM : 1507230241
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisa Aliran Fluida Pada Variasi Muffler”,

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 orisinil dan otentik.

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

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

Medan, 12 Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Teja Ramadhan

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Aliran Fluida Pada Variasi Muffler...

Nama : Teja Ramadhan
 NPM : 1507230241

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, ST., MT.
 Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	11-11-2020	Perbaiki BAB 1	A
	18-11-2020	perbaiki jarak garis	A
	25-11-2020	perbaiki BAB 2	A
	01-12-2020	perbaiki lengkapi rumus	A
	15-12-2020	perbaiki grafik sesuai analisa data	A
	23-12-2020	perbaiki tabel dan list daftar pustaka	A
	28-12-2020	ACE seminar.	A
	01-02-2021	perbaiki halaman	Ah
	5-02-2021	perbaiki analisa data	Ah
	10-02-2021	perbaiki format penulisan	Ah
	20-02-2021	sesuaikan margin width.	Ah
	27-02-2021	tambahkan data hasil	Ah
	3-3-2021	ACE. Seminar.	Ah.

ABSTRAK

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar sebagai penjamin keberlanjutan kehidupan manusia. Peranan energi sangat penting artinya bagi peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan suatu negara, sehingga pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan dan pengusahaannya harus dilaksanakan secara berkeadilan, berkelanjutan, rasional, optimal dan terpadu (Undang-Undang RI No. 30/2007 tentang Energi). Aliran fluida yang melingkupi sebuah benda secara penuh akan menimbulkan tegangan pada benda tersebut, baik tegangan normal maupun tegangan geser. Tegangan normal disebabkan karena adanya tekanan dari fluida, sedangkan tegangan geser timbul akibat adanya viskositas fluida. Jika kita tinjau pada aliran dua dimensi, aliran yang mengalir secara horizontal akan menimbulkan gaya drag atau gaya hambat karena arah dari gaya ini berlawanan dengan arah aliran, sedangkan aliran yang mengalir secara vertikal menimbulkan gaya lift atau gaya angkat. Prinsip kerjanya sendiri dengan membalikan dan meredam sebagian dari gelombang suara melalui dinding-dinding *muffler*, sehingga gelombang tersebut akan saling meredam. Terdapat tiga jenis *muffler* untuk mendapatkan suara yang berbeda-beda yaitu, *chambered* (ruang pemisah atau pembatas), *straight through*, *twin pass double tail pipe*. Bahan material *muffler* sendiri terbuat dari bahan metal yang dibentuk sedemikian rupa, tanpa adanya kemampuan untuk menghasilkan gerakan, gesekan maupun getaran. Penelitian ini bertujuan untuk merancang geometri *exhaust system* yang dapat memberikan aliran fluida yang merata pada katalitik *converter* dan agar tekanan balik yang terjadi pada header tidak melebihi atau kurang dari 10 % tekanan kerja sistem

Kata kunci: Energi, Muffler, Aliran Fluida

ABSTRACT

Energy is one of the basic needs as a guarantor of the sustainability of human life. The role of energy is very important for increasing economic activity and the resilience of a country, so that energy management which includes the supply, utilization and exploitation must be carried out in a fair, sustainable, rational, optimal and integrated manner (RI Law No. 30/2007 on Energy). Fluid flow that covers an object in full will cause stress on the object, both normal stress and shear stress. Normal stress is caused by the pressure of the fluid, while shear stress arises due to the viscosity of the fluid. If we look at the two-dimensional flow, the flow that flows horizontally will cause a drag force or drag force because the direction of this force is opposite to the direction of the flow, while the flow that flows vertically creates a lift or lift force. The principle of its own work by reversing and dampening some of the sound waves through the walls of the muffler, so that the waves will dampen each other. There are three types of mufflers to get different sounds, namely, chambered (separator or barrier), straight through, twin pass double tail pipe. The muffler material itself is made of metal which is shaped in such a way, without the ability to produce movement, friction or vibration. This study aims to design the exhaust system geometry that can provide an even fluid flow to the catalytic converter and so that the back pressure that occurs in the header not more than or less than 10% of the system working pressure

Keywords: *Energy, Muffler, Fluid Flow*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkita. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Aliran Fluida pada Variasi Muffler” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Munawar Alfansury, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mrngarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak membentkan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A.Siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A.Siregar, S.T.,M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Mesin kepada penulis.

8. Orang tua penulis: Bapak Irwansyah dan Ibu Tutik Rosmawati, yang telah berusaha payah mebesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat Penulis: Danu Tirta Dewa surya, dan sahabat 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 dunia Teknik Mesin.

Medan, 12 Oktober 2020

Teja Ramadhan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.4.1. Tujuan Umum	4
1.4.2. Tujuan Khusus	4
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Fluida	5
2.1.1. Aliran Fluida	8
2.1.2. Pola Aliran Fluida 2 fasa	11
2.1.3. Kondensasi	12
2.1.4. Komputasi Dinamika Fluida	12
2.2. Prinsip dasar Exhaust System	13
2.2.1. Macam – macam gas yang dikeluarkan kendaraan	14
2.2.2. Komponen Exhaust System	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.1.1. Tempat	20
3.1.2. Waktu Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan	21
3.2.1. Alat	21
3.2.2. Bahan	27
3.3. Bagan Alir Penelitian	33
3.4. Prosedur Penelitian	34

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Data Hasil Pengujian Aliran Fluida pada Muffler	36
4.2. Grafik Hubungan antara U_{ym}/U_0 terhadap y/h	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DATA HASIL DARI UJI ALIRAN FLUIDA PADA MUFFLER	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	20
Tabel 4.1. Data Uji Tekan (<i>Check Point</i>)	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Aliran Laminar	7
Gambar 2.2. Aliran Turbulent	7
Gambar 2.3. Aliran Transisi	7
Gambar 2.4. <i>Bubly Flow</i>	8
Gambar 2.5. <i>Plug Flow</i>	9
Gambar 2.6. <i>Stratified Flow</i>	9
Gambar 2.7. <i>Wavy Flow</i>	10
Gambar 2.8. <i>Slug Flow</i>	10
Gambar 2.9. <i>Annular Flow</i>	11
Gambar 2.10 <i>Exhaust manifold</i>	16
Gambar 2.11 <i>Exhaust pipe front</i>	16
Gambar 2.12 <i>Muffler</i>	18
Gambar 3.1. Alat <i>Shock Set</i>	22
Gambar 3.2. Dongkrak	22
Gambar 3.3. Gerinda	23
Gambar 3.4. Las Asitilin	24
Gambar 3.5. Las Argon	25
Gambar 3.6. Alat Potong Pipa	25
Gambar 3.7. Mesin Roll	26
Gambar 3.8. Alat <i>Dyno Test</i>	27
Gambar 3.9. <i>Muffler</i>	27
Gambar 3.10. Klem Knalpot	28
Gambar 3.11. Pipa medium	29
Gambar 3.12. <i>Glasswool</i>	29
Gambar 3.13. <i>Plat Stainless</i>	30
Gambar 3.14 Pipa pitot	31
Gambar 3.15. <i>Pressure tap</i>	31
Gambar 3.16. Manometer	32
Gambar 3.17. Bagan Alir Penelitian	33
Gambar 3.18. Model Uji	34
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 dengan y/h	39
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 dengan y/h	40
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 dengan y/h	40
Gambar 4.4 grafik hubungan C_{pw} vs x/D untuk balok d/D	43

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
E	Modulus Elastisitas	Pa
σ	Tegangan Normal	Pa
ε	Regangan	
F	Beban Tekan	N
A	Luas penampang yang dikenai beban tekan	m^2
Δl	Perubahan panjang yang terjadi	m
l_0	Panjang Awal (Mula-mula)	m
l	Panjang Akhir	m
x	Pukulan/Kejutan	m

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar sebagai penjamin keberlanjutan kehidupan manusia. Peranan energi sangat penting artinya bagi peningkatan kegiatan ekonomi dan ketahanan suatu negara, sehingga pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan dan pengusahaannya harus dilaksanakan secara berkeadilan, berkelanjutan, rasional, optimal dan terpadu (Undang-Undang RI No. 30/2007 tentang Energi). Pasokan energi dapat berasal baik dari sumber energi tak terbarukan, sumber energi baru maupun sumber energi terbarukan. Namun demikian, selama ini masyarakat Indonesia lebih banyak tergantung pada sumber energi tak terbarukan (fosil) untuk aktifitas kehidupannya. Walaupun harga bahan bakar minyak dunia akhir-akhir ini dilaporkan cenderung menurun, tetapi upaya pengembangan pemanfaatan sumber energi baru maupun terbarukan tetap harus terus dilanjutkan sebagai antisipasi bila gejolak harga minyak bumi terjadi kembali di masa mendatang.

Pada tahun-tahun terakhir negara-negara Asia, Eropa, Amerika semakin memperketat peraturan tentang emisi gas buang dari kendaraan bermotor sehubungan dengan peningkatan jumlah kendaraan yang beroperasi. Pemerintah Indonesia juga berencana untuk memperketat peraturan tentang emisi gas buang kendaraan bermotor dengan mengacu kepada EURO 1, EURO 2, EURO 3.

Aliran fluida yang melingkupi sebuah benda secara penuh akan menimbulkan tegangan pada benda tersebut, baik tegangan normal maupun tegangan geser. Tegangan normal disebabkan karena adanya tekanan dari fluida, sedangkan tegangan geser timbul akibat adanya viskositas fluida. Jika kita tinjau pada aliran dua dimensi, aliran yang mengalir secara horizontal akan menimbulkan gaya drag atau gaya hambat karena arah dari gaya ini berlawanan dengan arah aliran, sedangkan aliran yang mengalir secara vertikal menimbulkan gaya lift atau gaya angkat. Gaya drag sering dianggap mengganggu, tetapi dalam situasi tertentu gaya drag justru diharapkan. Aplikasi gaya lift dapat dilihat pada penggunaan pesawat terbang dan mobil balap. Pada pesawat terbang gaya lift yang diharapkan adalah gaya lift positif, artinya gaya angkat positif. Sedangkan pada aplikasi mobil balap, gaya lift yang diharapkan adalah gaya lift negatif agar mobil tetap melaju di atas tanah.

Muffler atau bisa disebut sebagai *silencer* pada sistem knalpot. Disebut *silencer* karena *muffler* sendiri merupakan perangkat untuk mengurangi jumlah suara yang dipancarkan oleh knalpot mesin pembakaran internal. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa *muffler* digunakan, untuk meredam suara yang dihasilkan oleh ledakan dalam ruang bakar mesin yang disalurkan melalui pipa *exhaust*.

Prinsip kerjanya sendiri dengan membalikan dan meredam sebagian dari gelombang suara melalui dinding-dinding *muffler*, sehingga gelombang tersebut akan saling meredam. Terdapat tiga jenis *muffler* untuk mendapatkan suara yang

berbeda-beda yaitu, *chambered* (ruang pemisah atau pembatas), *straight through*, *twin pass double tail pipe*. Bahan material *muffler* sendiri terbuat dari bahan metal yang dibentuk sedemikian rupa, tanpa adanya kemampuan untuk menghasilkan gerakan, gesekan maupun getaran.

Dilihat dari bentuknya, *muffler* yang berbentuk tabung memiliki penempatan pada bagian ujung knalpot, dimana memiliki fungsi yang sama dengan resonator. Sehingga bisa dibilang bahwa kendala yang terjadi pada bagian ini sama dengan resonator. Pada *muffler* tabung, terdapat sekat-sekat yang bertujuan untuk membuat *back pressure* dan meredam suara.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang geometri *exhaust system* yang dapat memberikan aliran fluida yang merata pada katalitik *converter* dan agar tekanan balik yang terjadi pada header tidak melebihi atau kurang dari 10 % tekanan kerja sistem. Permasalahan pada penelitian ini dibatasi sebagai berikut: unit yang dikembangkan adalah oxidation catalyst. Pengujian dengan simulasi CFD digunakan untuk memperoleh penurunan tekanan yang dihasilkan sistem, dan optimasi keseragaman distribusi aliran yang melalui katalis. Produk digunakan pada mobil. Suatu alat tambahan pada sistem pembuangan sepeda motor harus bekerja pada tekanan konstan dengan penurunan tekanan tidak boleh melebihi 10 % dari tekanan kerjanya

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat disimpulkan permasalahan dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana tekanan udara pada *muffler* dan *exhaust system*
2. Bagaimana kecepatan udara pada *muffler* dan *exhaust system*

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini memfokuskan analisa laju aliran pada *muffler*
2. Hanya mengetahui kerugian pada *muffler*
3. Data mengenai tekanan dan kecepatan pada aliran udara dan gas buang *muffler* dan *exhaust system*

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa tekanan udara dan gas buang pada *muffler* dan *exhaust system*
2. Menganalisa kecepatan udara dan gas buang pada *muffler* dan *exhaust system*

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menambah ilmu pengetahuan tentang tekanan laju aliran fluida pada knalpot atau *muffler*.
2. Hasil penelitian dapat di jadikan artikel ilmiah yang dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fluida

2.1.1. Aliran Fluida

Aliran pada fluida berbeda dengan zat padat, hal tersebut dikarenakan kemampuannya untuk mengalir. Fluida lebih mudah untuk mengalir karena ikatan molekul pada fluida lebih kecil dibandingkan dengan ikatan molekul pada zat padat, akibatnya fluida mempunyai hambatan yang relatif kecil pada perubahan bentuk karena gesekan.

Beberapa jenis aliran sangat terpengaruh oleh bilangan Reynold. Bilangan Reynold adalah bilangan tidak berdimensi yang penting digunakan untuk penelitian aliran fluida didalam pipa. Adapun persamaan bilangan Reynold menurut Munson (2009) adalah sebagai berikut:

$$Re = \frac{VD\rho}{\mu} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

V = Kecepatan Fluida (m/s)

D = Diameter Dalam Pipa (m)

ρ = Massa Jenis Fluida (kg/m³)

μ = Viskositas Dinamik Fluida (kg/m.s) atau (N.s/m²)

Pada aliran fluida terdapat kecepatan superfisial yang merupakan kecepatan fluida pada kolom kosong. Terdapat dua jenis kecepatan kecepatan superfisial,

yaitu kecepatan superfisial gas (J_G) dan kecepatan superfisial cairan (J_L) Adapun persamaan untuk menghitung kecepatan superfisial adalah sebagai berikut:

$$J = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan:

J_G = Kecepatan superfisial fluida (m/s)

Q_{st} = Debit fluida (m³/s)

A = Luas pipa (m²)

Aliran fluida dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu berdasarkan waktu dan berdasarkan bentuk aliran. Aliran fluida berdasarkan waktu yaitu:

1. Aliran *Steady*

Suatu aliran dimana kecepatannya tidak terpengaruh oleh perubahan waktu sehingga kecepatan konstan pada setiap titik (tidak mempunyai percepatan).

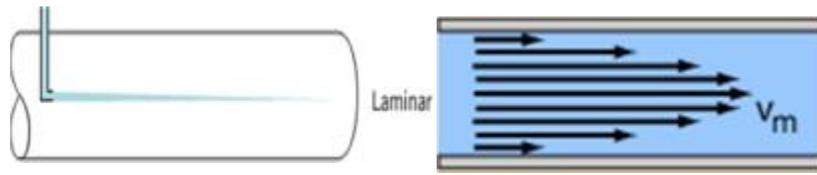
2. Aliran *Transient*

Suatu aliran dimana terjadi perubahan kecepatan terhadap waktu.

Aliran fluida berdasarkan bentuk alirannya menurut Munson (2009) yaitu terbagi menjadi:

a. Aliran Laminar

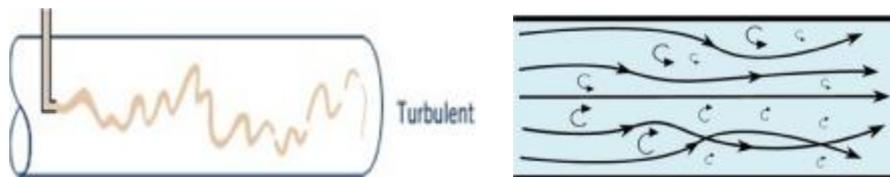
Aliran laminar didefinisikan sebagai aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan–lapisan atau lamina–lamina dengan satu lapisan meluncur secara lancar. Aliran laminar ini mempunyai nilai bilangan Reynoldsnnya kurang dari 2100 ($Re < 2100$).



Gambar 2.1. Aliran Laminar
(Munson dkk., 2012)

b. Aliran Turbulen

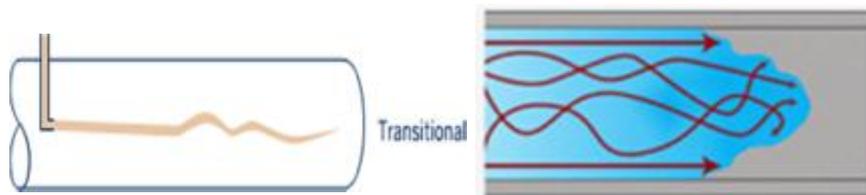
Aliran dimana pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida ke bagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dimana nilai bilangan Reynoldsnnya lebih besar dari 4000 ($Re > 4000$).



Gambar 2.2. Aliran Turbulent

c. Aliran transisi

Aliran transisi merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen, nilai bilangan Reynoldsnnya antara 2100 sampai dengan 4000 ($2100 < Re < 4000$).



Gambar 2.3. Aliran Transisi

2.1.2. Pola Aliran Fluida Dua Fasa

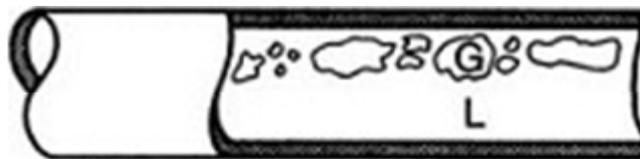
Pola aliran fluida adalah gambaran dari suatu aliran fluida yang membentuk suatu pola tertentu, pola aliran ini dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui keadaan suatu aliran fluida.

Untuk aliran dua fasa, distribusi aliran pada masing-masing fasa *liquid* dan uap menjadi aspek yang penting. Distribusi masing-masing alirannya memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada pola aliran dua fasa.

Pola aliran fluida multifasa pada pipa horisontal cenderung memiliki karakteristik yang lebih rumit dibanding dengan pola aliran pada pipa vertikal. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh gaya gravitasi yang menyebabkan fluida yang memiliki massa jenis lebih berat akan cenderung berada di posisi bagian bawah pipa dan fluida yang memiliki massa jenis lebih ringan cenderung berada diatas. Menurut Weisman (1983) pola aliran pada pipa horisontal, yaitu:

1. *Bubbly flow*

Dalam aliran terdapat penyebaran gelembung gas kecil seragam dalam zat cair menyeluruh. Gelembung terbentuk pada bagian atas pipa. Pola aliran ini terjadi pada aliran fluida yang memiliki laju aliran massa uap tinggi.



Gambar 2.4. *Bubly Flow*

2. *Plug flow*

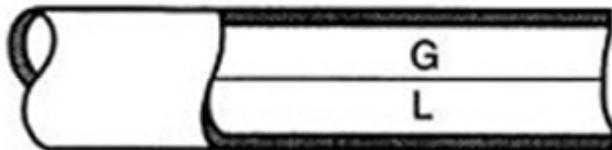
Dalam aliran ini gelembung-gelembung akan berdesakan dan membentuk gelembung yang lebih besar yang bentuknya mirip dengan peluru.



Gambar 2.5. *Plug Flow*

3. *Stratified flow*

Dalam aliran ini terjadi pemisahan fasa karena perbedaan massa jenis dan gaya gravitasi, dimana fasa gas mengalir pada bagian atas pipa dan fasa cair mengalir pada dasar pipa.



Gambar 2.6. *Stratified Flow*

4. *Wavy flow*

Pola aliran ini terjadi karena naiknya kecepatan aliran uap yang berada di bagian atas pipa yang mengakibatkan garis batas uap-liquid terganggu dan terbentuk gelombang.



Gambar 2.7. *Wavy Flow*

5. *Slug flow*

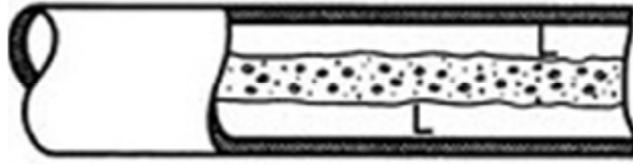
Pola ini terjadi ketika kecepatan uap terus meningkat dan mengakibatkan gelombang yang signifikan pada garis batas uap-liquid, sehingga liquid akan menempel pada bagian atas pipa dan terbentuklah busa (*foamy slug*).



Gambar 2.8. *Slug Flow*

6. *Annular flow*

Dalam aliran ini, aliran gas terdistribusi diantara lapisan cairan yang mengalir disekitar dinding pipa dimana butiran air mengalir bersama fase gas. Pada pipa horisontal tebal lapisan cairan pada dasar pipa lebih tebal dari pada bagian atas pipa, hal tersebut dikarenakan pengaruh gravitasi.



Gambar 2.9. *Annular Flow*

2.1.3 Kondensasi

Kondensasi adalah perubahan wujud dari uap menjadi cairan. Kondensasi terjadi apabila temperatur uap berada dibawah temperatur jenuh dari uap tersebut, tetapi dapat juga terjadi bila sebuah uap dikompresi (tekanan ditingkatkan) sehingga menjadi cairan. Cairan hasil kondensasi disebut kondensat.

Proses kondensasi melibatkan perpindahan kalor dan massa secara simultan. Banyak faktor yang mempengaruhi koefisien perpindahan kalor selama proses kondensasi, seperti sifat fisis dan kimia uap, sifat embun, dan geometri saluran. Menurut Ghiaasiaan(2008) faktor-faktor yang mempengaruhi kondensasi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Jenis kondensasi : *Homogenous, heterogeneous, dropwise, film* atau *direct contact*.
2. Kondisi uap: Satu komponen, multi komponen dengan semua komponen mampu terkondensasi, multi komponen termasuk komponen tidak mampu terkondensasi, dll.
3. Geometri sistem: *plane surface, external, internal*, dan lain-lain.

2.1.4 Komputasi Dinamika Fluida

Komputasi Dinamika Fluida atau *Computational Fluid Dynamics (CFD)* adalah ilmu yang mempelajari cara memprediksi pola aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika atau model matematika.

Pada umumnya proses perhitungan untuk aliran fluida diselesaikan dengan menggunakan persamaan energi, momentum dan kontinuitas. Persamaan yang digunakan adalah persamaan Navier-Stokes

Pada dasarnya *CFD* mengganti persamaan-persamaan diferensial parsial dari kontinuitas, momentum, dan energi dengan persamaan-persamaan aljabar. Persamaan yang asalnya kontinu (memiliki jumlah sel tak terhingga) dirubah menjadi model diskrit (jumlah sel terhingga).

Ada tiga teknik solusi numerik aliran yang berbeda, yaitu *finite difference*, *finite element* dan *finite volume methods*. Beberapa metode diskritisasi yang digunakan untuk memecahkan persamaan-persamaan diferensial parsial menurut Versteeg (1995) adalah:

1. Metode Beda Hingga (*finite difference method*)

Dalam metode ini area aliran dipisahkan menjadi satu set poin *grid* dan fungsi kontinu (kecepatan, tekanan, dan lainnya) didekati dengan nilai-nilai diskrit dan fungsi-fungsi ini dihitung pada titik-titik *grid*. Turunan dari fungsi didekati dengan menggunakan perbedaan antara nilai fungsi pada titik lokal *grid* dibagi dengan jarak *grid*.

2. Metode Elemen Hingga (*finite element method*)

Metode adalah teknik numerik untuk menemukan solusi perkiraan ke batas nilai masalah untuk persamaan diferensial parsial. Metode ini membagi masalah besar menjadi lebih kecil dan sederhana yang disebut elemen hingga. Persamaan sederhana yang memodelkan seluruh kasus kemudian disusun menjadi sebuah sistem persamaan yang lebih luas. Persamaan konservasi kekekalan massa, momentum, dan energi ditulis dalam bentuk yang tepat untuk setiap elemen, dan hasil dari set persamaan aljabar untuk bidang aliran diselesaikan secara numerik.

3. Metode Volume Hingga (*finite volume method*)

Finite volume method adalah metode untuk mewakili dan mengevaluasi persamaan diferensial parsial dalam bentuk aljabar. Metode ini sama seperti *finite difference method* dan *finite element method*, nilai-nilai dihitung di tempat terpisah pada geometri yang di *mesh*. Metode ini mengacu pada volume kecil disekitar *node* pada *mesh*. Dalam metode ini, volume integral dalam persamaan diferensial yang memiliki istilah divergensi dikonversi ke *surface integrals* menggunakan teori divergensi.

2.2 Prinsip Dasar Exhaust System

Exhaust system adalah salah satu sistem utama yang harus dimiliki pada setiap kendaraan. Exhaust system berfungsi mengeluarkan gas bekas yang berasal dari sisa pembakaran kerja mesin. *Exhaust system* terdiri dari exhaust

manifold, *exhaust pipe*, dan muffler. *Exhaust* manifold berfungsi mengumpulkan gas-gas buang dari silinder-silinder ke satu tempat dan disalurkan melalui *exhaust pipe*.

Exhaust manifold dipasangkan pada *exhaust port* yang terdapat pada setiap silinder. Gas buang yang keluar dari kendaraan bermotor masih mempunyai tekanan sebesar 3-5kg/cm² dan suhunya kira-kira 600-800°C, dan masih terkandung panas sebesar 35-39% dari gas hasil pembakaran. Gas buang dengan tekanan dan suhu tinggi langsung dibuang ke atmosfer, maka ekspansi yang mendadak dari gas tersebut menimbulkan suara ledakan yang keras. Untuk mencegah hal ini maka gas buang disalurkan melalui muffler agar tekanan dan suhunya turun sehingga ledakan keras tidak akan terjadi. Bentuk dan ukuran knalpot yang digunakan pada kendaraan empat langkah dengan kendaraan dua langkah berbeda. Pada knalpot empat langkah terdiri dari tiga komponen utama yaitu pipa primer, pipa kolektor, dan pipa ekor sedangkan pada knalpot untuk kendaraan dua langkah terdiri dari pipa kepala, diffuser, pipa paralel, baffle, stinger

2.2.1 Macam-Macam Gas Yang Dikeluarkan Kendaraan

Gas yang dikeluarkan oleh kendaraan dapat diklasifikasikan ke dalam 3 (tiga) tipe, yaitu gas buang (*exhaust gas*), *blow-by* gas, dan gas penguapan bahan bakar (*fuel evaporation gas*).

1. Gas buang (*exhaust gas*)

Gas buang adalah gas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar didalam ruang bakar dan dikeluarkan melalui pipa buang. Gas buang mengandung sebagian besar bahan yang tidak berbahaya, seperti: nitrogen (N₂), uap air (H₂O), dan Carbon dioxide (CO₂). Selain itu, gas buang juga mengandung bahan-bahan yang beracun, seperti carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), nitrogen oxide (NO_x), dan asap hitam (jelaga).

2. *Blow-by gas*

Gas yang mengalir melalui celah diantara piston (piston ring) dan silinder yang menyembur kedalam crank case dinamakan blow-by gas. Gas ini mengandung bahan beracun berupa hydrocarbons (HC). Hydrocarbons yang terkandung di dalam blow-by gas pada mesin bensin sangat tinggi dibandingkan dengan yang terdapat pada mesin disel.

3. Gas penguapan

bahan bakar (Fuel evaporation gas) Penguapan gas bahan bakar dapat terjadi di beberapa tempat, seperti di tangki bahan bakar atau karburator (pada mesin bensin) yang menguap ke atmosfer. Bahan yang beracun pada gas ini adalah hydrocarbons (HC).

2.2.2 *Komponen Exhaust System*

1. *Exhaust manifold Exhaust*

Manifold berfungsi untuk menampung gas bekas dari semua silinder dan mengalirkan gas tersebut ke *exhaust pipe*. *Exhaust manifold* dibuat pada kepala

silinder, saluran manifold disambungkan langsung pada gas bekas pada silinder. *Exhaust manifold* ditunjukkan oleh gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Exhaust manifold*

2. *Exhaust pipe*

Pipa buang adalah pipa baja yang mengalirkan gas bekas dari *exhaust manifold* ke udara bebas. Pipa dibagi beberapa bagian, pipa bagian depan (*front pipe*), bagian tengah (*center pipe*), dan bagian belakang (*tail pipe*). Susunan ini dibuat untuk mempermudah saat penggantian *catalitic converter* atau *muffler* tanpa harus melepas sistem keseluruhan. *Exhaust pipe* ditunjukkan oleh gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Exhaust pipe front*

3. Catalc Converter

Catalc converter merupakan komponen *muffler* dari *emission control system*. *Catalc converter* bertujuan untuk mengurangi jumlah CO (*carbon monoxide*), HC (*hydrocarbon*) dan NOx (*oxides of nitrogen*) yang terkandung dalam gas bekas.

Ada 2 tipe *catalytic converter* yaitu:

- a. Tipe *pellet*
- b. Tipe *monolithic*

Tipe *catalytic* yang paling terkenal adalah tipe *pellet*, tetapi tipe *monolithic* lebih banyak digunakan pada kendaraan, sebab mempunyai tahanan gas buang yang kecil, lebih ringan, dan membantu mempercepat pemanasan pada mesin dibandingkan dengan tipe *pellet*. Sebuah *catalytic converter* terdiri dari 2 catalis yaitu: OC (*oxidation caralyst*) dan TWC (*three way catalyc*). OC terdiri dari *platinum* dan *palladium*, yang dapat mengurangi CO dan HC. TWC mengandung *platinum* dan *rhodium* yang dapat mengurangi CO dan HC terutama NOx

4. Muffler

Gas bekas yang dikeluarkan dari mesin dengan tekanan tinggi 3-5Kg/cm² dan temperaturnya sekitar 600-800°C. Besar panas sekitar 35-39% dari energi panas yang dihasilkan mesin. Apabila gas bekas dengan panas dan tekanan yang tinggi dilepas secara langsung ke udara luar maka gas tersebut akan mengembang dengan cepat sekali. Hal tersebut menyebabkan timbulnya suara

ledakan yang keras. *Muffler* digunakan untuk mencegah terjadinya ledakan. Gas bekas dikurangi tekanannya dan didinginkan saat melalui *muffler*. *Muffler* ditunjukkan oleh Gambar 2.12.

Gambar 2.12 Muffler



Muffler memiliki satu komponen yang sangat penting yang berfungsi untuk meredam suara dari gas yang akan dikeluarkan nama komponen tersebut adalah busa peredam. Busa peredam yang digunakan pada mobil opel blazer berjenis *glasswool* yang sering disebut dengan gasbul.

Knalpot standar sudah dilengkapi dengan busa peredam atau *glasswool* dari pabrik, namun ketebalan, kerapatan dan serat yang digunakan belum tentu berkualitas bagus. Busa peredam atau *glasswool* yang memiliki kualitas bagus dan tahan lama memiliki kelebihan dari pada busa peredam model biasa, salah satunya suara yang dihasilkan berbeda. Busa peredam atau *glasswool* dengan kualitas standar banyak dijual di toko-toko atau bengkel dengan kisaran harga Rp 5000- 25000/pack, biasanya serat berwarna putih atau kuning. Butuh kehati-hatian ketika memasang busa peredam ini kerana jika pecahan serbuknya terkena

kulit akan menyebabkan gatal-gatal dan menimbulkan sesak bila terhisap masuk ke paru-paru.

Busa peredam mempunyai beberapa jenis lain yaitu: busa peredam yang terbuat dari bahan *fiberglass*. Kelebihan peredam yang berbahan *fiber* adalah lebih tahan lama karena seratnya yang terbuat dari bahan kaca sehingga peredam jadi tidak mudah habis terbakar jika suhu knalpot mulai panas. Peredam knalpot *steelwool*, seratnya berbahan dasar besi yang dililitkan atau digumpalkan. Kelebihannya tidak akan habis terbakar oleh panas dan tidak akan terbang keluar. Daya tahan atau keawetan *steelwool* mencapai dua kali lipatnya dari *glasswool* standar atau yang berbahan *fiber*. Kelemahannya hanya satu karena berbahan dasar besi, *steelwool* bisa berkarat jika sudah terlalu lama tidak diganti. *Steelwool* ini biasa dijual dengan harga Rp 35.000-45000/pack tergantung merek dan ketebalan serat besinya.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan pemanfaatan limbah serat daun nanas dan cangkang kelapa sawit untuk pembuatan pipa ukuran 1 inch yang dilaksanakan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan studi eksperimen dilakukan setelah mendapat persetujuan judul dari dosen pembimbing pada tanggal 18 Desember 2019 dan terlihat pada tabel 3.1.dibawah ini.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Saat Melakukan Penelitian.

No	Uraian Kegiatan	2020												
		Bulan												
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengajuan judul													
2	Studi literature													
3	Design rancangan													
4	Penyiapan alat dan													

	bahan													
5	Pembuatan spesimen													
6	Pengujian spesimen													
7	Penyelesaian Skripsi													

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat-alat yang tersedia di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kapten muchtar basri no.3 medan. Untuk mempermudah penelitian diharuskan menggunakan alat yang sebelumnya sudah tersedia agar tidak terjadi kendala dan masalah saat melakukan penelitian.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan-bahan kimia yang di beli dan mempunyai fungsinya masing-masing.

3.2.1. Alat

1. Kunci *shock set*

Kunci *shock set* berfungsi sebagai penunjang kinerja *toolbox set*, kunci *shock* mempunyai kelebihan pada bagian *flexibleratchet handle* dikarenakan sifatnya lebih fleksibel sehingga dapat digerakan lebih mudah dan pengaplikasiannya pada bidang yang sulit. Contohnya ruang yang sempit jarak jangkau yang jauh dan kombinasi kunci yang lengkap. Berikut merupakan gambar dari kunci *shock set* dapat di lihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alat Shock Set

2. Dongkrak

Dongkrak berfungsi untuk mengangkat beban mobil yang nantinya akan digunakan sebagai alat safety pada proses pelepasan, pemasangan dan semua operasional pada saat komponen kaki-kaki dilepas. Berikut merupakan gambar dongkrak ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Dongkrak

3. Gerinda

Mesin Gerinda adalah salah satu mesin perkakas dengan mata potong jamak, dimana mata potongnya berjumlah sangat banyak yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Gerinda

4. Pengelasan Asitilin

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Las Asitilin

5. Las Argon

Las Argon atau Las TIG (*Tungsten Inert Gas Welding*) atau sering disebut las busur gas elektroda tungsten. Pengertian Las Argon ini adalah salah satu metode yang termasuk paling penting dalam pekerjaan baja paduan tinggi atau high alloy dan logam bukan besi atau non ferrous misalnya *aluminium, stainless, titanium, tembaga, molibdenum dan paduannya*. Dengan stabilitas busur yang tinggi, maka las argon atau Las TIG atau Las GTAW (*Gas Tungsten ArcWelding*) adalah terbaik dari pada proses las listrik modern lainnya. Hal tersebut terjadi karena penyebaran panas yang berlebihan pada benda kerja dikurangi dengan penambahan gas pelindung inert yang juga sekaligus gas pendingin ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Las Argon

6. Alat Potong Pipa

Alat pemotong pipa ada 2 macam yaitu *tubing cutter* dan gergaji (*hacksaw*). Yang perlu diperhatikan pada saat memotong pipa adalah jangan sampai kotoran-kotoran masuk dalam system waktu memotong pipa. Untuk memotong pipa dengan *tubing cutter*, pipa dimasukan antara *roller* dan *cutting wheel*. *Tightening knob* berfungsi untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang dipotong. ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Alat Potong Pipa

7. Mesin Roll

Mesin Roll yaitu alat pembentuk pipa, untuk menyesuaikan lekukan pipa knalpot yang di inginkan ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Mesin Roll

8. Dynotest

Dynotest adalah suatu metode pengujian performa mesin kendaraan (mobil maupun sepeda motor) dengan cara melihat power (tenaga) dan torque (torsi). ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Alat Dyno Test

3.2.2. Bahan

Pada penelitian kali ini bahan-bahan yang digunakan adalah bahan alam dan bahan-bahan kimia yang memiliki fungsinya masing-masing, bahan-bahan tersebut adalah:

1. Muffler



Gambar 3.9. Muffler

2. Klem Knalpot

Klem Knalpot yaitu berfungsi sebagai penyambung pipa secaramanual, dengan cara menjepit pipa dengan mur.



Gambar 3.10. Klem Knalpot

3. Pipa Medium

Pipa Medium yaitu memiliki ketebalan kian besar dan biasanya dikenakan untuk pembuatan knalpot. ditunjukkan pada gambar 3.11



Gambar 3.11. Pipa medium

4. Glasswool

Fungsinya tidak cuma mereduksi suara knalpot, tetapi pengaruh ke performa. Apabila glasswool habis terbakar, maka suara knalpot keras, tarikan menjadi tidak bertenaga. Itu lantaran sisa gas buang yang seharusnya kembali lagi ke ruang bakar, malah terbang semua ke udara. pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Glasswool

5. Plat Stainless

Plat Stainless yaitu di gunakan sebagai pelapis muffler bagian luar, hanya saja bisa dibilang stainless steel itu Besi Mulia dari segala jenis besi/baja. Karena, stainless adalah besi yang paling bagus dalam hal ketahanan karat dan penampilan (jika di finishing). Hal ini dikarenakanada kandungan *Cromium & Nikel*



Gambar 3.13. *Plat Stainless*

Pengukuran tekanan dan kecepatan di dalam *muffler* saat pengujian di pakai alat ukur yaitu pipa pitot, *pressure tap* dan *multi manometer*.

1. Pitot static tube

Pada pengujian ini *pitot static tube* yang digunakan berdiameter luar 3 mm. *Pitot static tube* berfungsi untuk mengukur besarnya tekanan statis sekaligus tekanan stagnasi pada *upsteam*, dengan menggunakan persamaan *Bernoulli*. Alat ini juga di gunakan untuk mengukur profil kecepatan di celah antara model uji dan dinding *muffler*. Gambar *pitot static tube* bisa di lihat pada Gambar 3.15 di bawah ini:



Gambar 3.14 Pipa pitot

2. Pressure tap

Pressure tap ini di pasang pada dinding *wind tunnel* untuk mengetahui koefisien *pressure* C_p pada dinding *wind tunnel*. Dalam kerjanya *pressure tap* di hubungkan dengan manometer pipa yang berfungsi untuk mengukur tekanan statis di sepanjang dinding *wind tunnel* dan model uji. Gambar *Pressure tap* bisa di lihat pada Gambar 3.16. di bawah ini:



Gambar 3.15. *Pressure tap*

3. Multi manometer

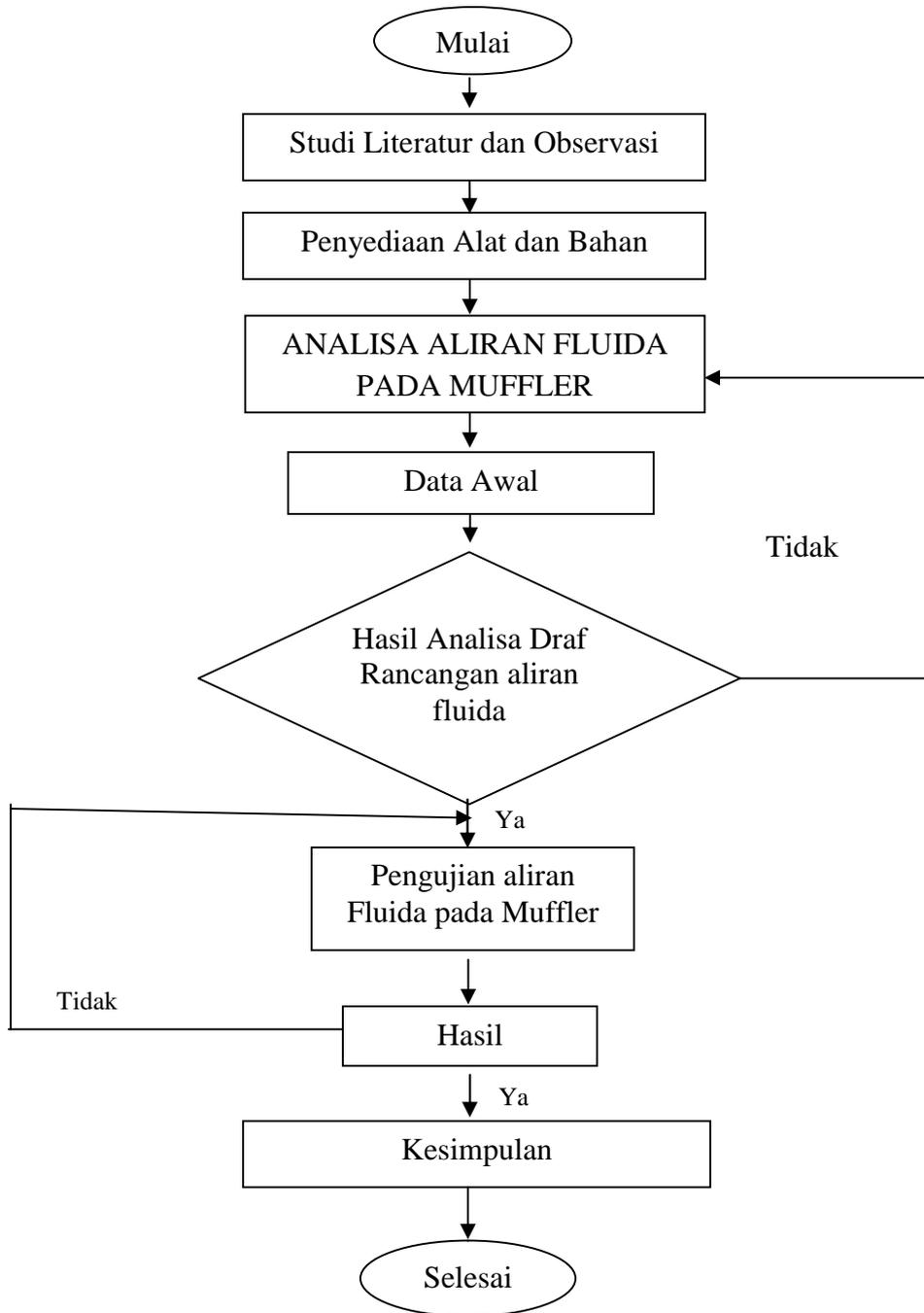
Multi manometer yang di gunakan memiliki 22 lubang dan kemiringan manometer dapat di sesuaikan agar dalam pembacaan manometer bisa lebih baik.

Gambar Multi manometer bisa di lihat pada gambar 3.17. di bawah ini:



Gambar 3.16. Manometer

3.3 Bagan Alir Penelitian

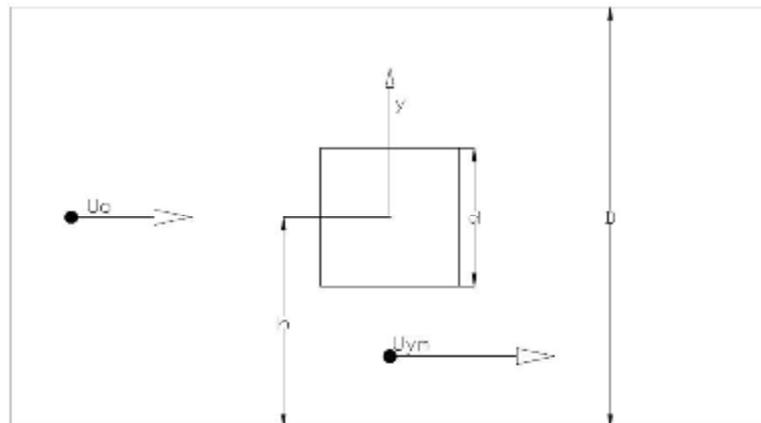


Gambar 3.17. Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur tekanan stagnasi dan tekanan statis di tengah terowongan angin menggunakan *pitot static tube*. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan nilai tekanan *dinamis* di bagian tengah terowongan angin, dari data tersebut maka akan didapatkan distribusi kecepatan *freestream fluida*.
2. Mengukur kecepatan di celah antara balok dan dinding terowongan angin. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan pipa pitot yang digerakkan menggunakan mikrometer mulai dari dinding terowongan angin hingga mendekati balok.
3. Mengukur tekanan statis pada dinding wind tunnel untuk mengetahui distribusi tekanan pada dinding *test section* dari posisi *upstream* sampai *downstream* dengan jarak tap sebesar 75mm.



Gambar 3.18 Posisi Model Uji di Terowongan Angin (Tampak samping)

Keterangan :

U_o = aliran freestream fluida

h = jarak dari tengah model uji ke dinding muffler

U_{ym} = kecepatan aliran di celah model uji dan dinding muffler

D = diameter wind tunnel

d = diameter model uji

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian Aliran Fluida pada Muffler

Prosedur percobaan pengujian Pengujian Aliran Fluida pada Muffler dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine (UTM)* yang berada di laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara. Pengujian dilakukan dengan cara di tekan. Dari pengujian tekan tersebut, dihasilkan data sebagai berikut :

1. Aliran fluida di asumsikan dalam keadaan *steady* dan *incompressible*
2. Massa jenis fluida (ρ) : 1.1635kg/m^3
3. Suhu ruangan saat pengambilan data diansumsikan konstan (T) : $30^0\text{C} = 303\text{ K}$
4. Massa jenis udara standar ($1,225\text{ kg/m}^3$)
5. Tekanan udara standar ($101,3\text{ Kpa}$)
6. Temperatur udara standar (288 K)

Maka unuk mencari massa jenis fluida di gunakan persamaan 4.1 :

$$P\mu = \frac{\rho_{\text{std.T std.P}}}{Tr.P_{\text{std}}} \dots\dots\dots(1)$$

Maka :

$$P\mu = \frac{1.225\text{kg/m}^3 \cdot 228\text{k} \cdot 100,9\text{Kpa}}{303 \text{ K} \cdot 101,3\text{Kpa}}$$

$$= 1,1635 \text{ kg/m}^3$$

7. Kecepatan aliran dalam pengambilan data eksperimen dapat di cari menggunakan persamaan 2.4 yaitu :

$$Re = \frac{\rho Dv}{\mu} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan Reynolds yang di tentukan yaitu untuk d/D 5% dan 12,5% digunakan bilangan $Re = 22.000, 28.000$ dan 34.000 sedangkan untuk d/D 20%, 27,5% dan 35% digunakan bilangan $Re = 90.000, 130.000$ dan 170.000 . Viscositas absolut (μ) = $1,86 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$

4.2. Pembahasan

4.2.1. Grafik hubungan antara Jarak Pipa Pitot

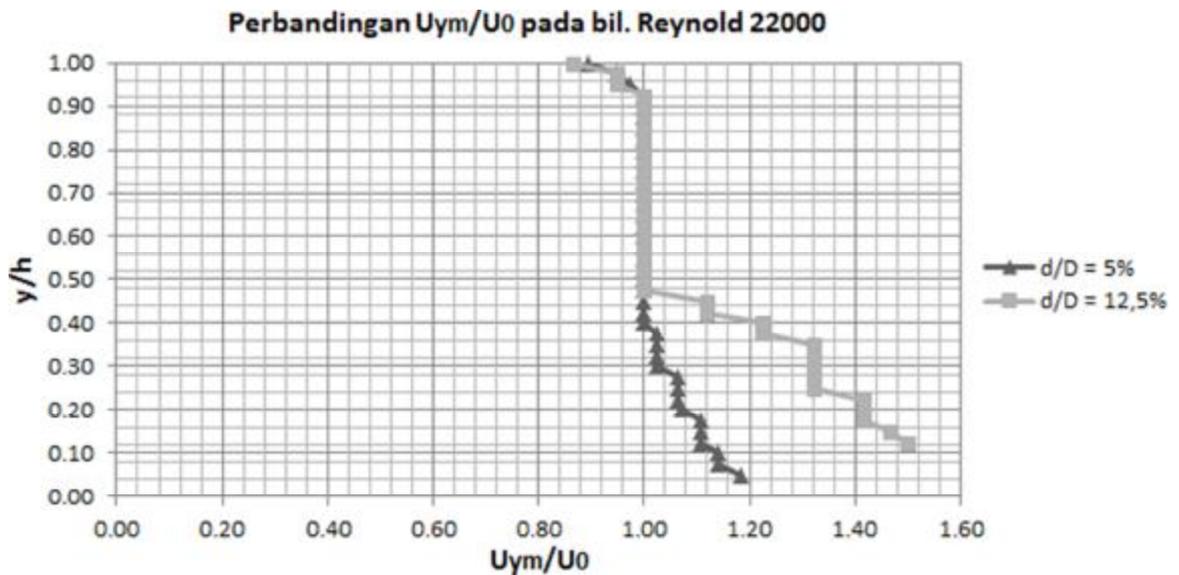
Blockage efek yang terjadi pada dinding *wind tunnel* dapat di presentasikan dengan grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 terhadap y/h . Dalam hal ini U_{ym}/U_0 adalah perbandingan antara kecepatan di celah model uji dengan wind tunnel dan kecepatan upstream. Sedangkan y/h adalah perbandingan koordinat pengukuran dengan setengah dari tinggi *muffler*. Dapat di lihat pada grafik 4.1

hubungan antara U_{ym}/U_0 terhadap y/h untuk blockage ratio 5% dan 12,5% pada $Re = 22.000$. Mula – mula seiring dengan naiknya nilai y/h terjadi penurunan nilai U_{ym}/U_0 hingga koordinat $y/h = 0,38$ pada *blockage ratio* 5%. Seharusnya sesaat setelah koordinat $y/h = 0,05$ akan terjadi kenaikan nilai U_{ym}/U_0 sebagai efek dari *boundary layer* pada permukaan balok, tapi pada penelitian ini tidak di temui untuk *blockage ratio* 5%, kemungkinan karena terlalu tipisnya *boundary layer* tersebut sehingga tidak terukur oleh *pitot static*. Hal yang sama juga terjadi pada *blockage ratio* 12.5% tidak di temukannya *boundary layer* di dekat permukaan balok.

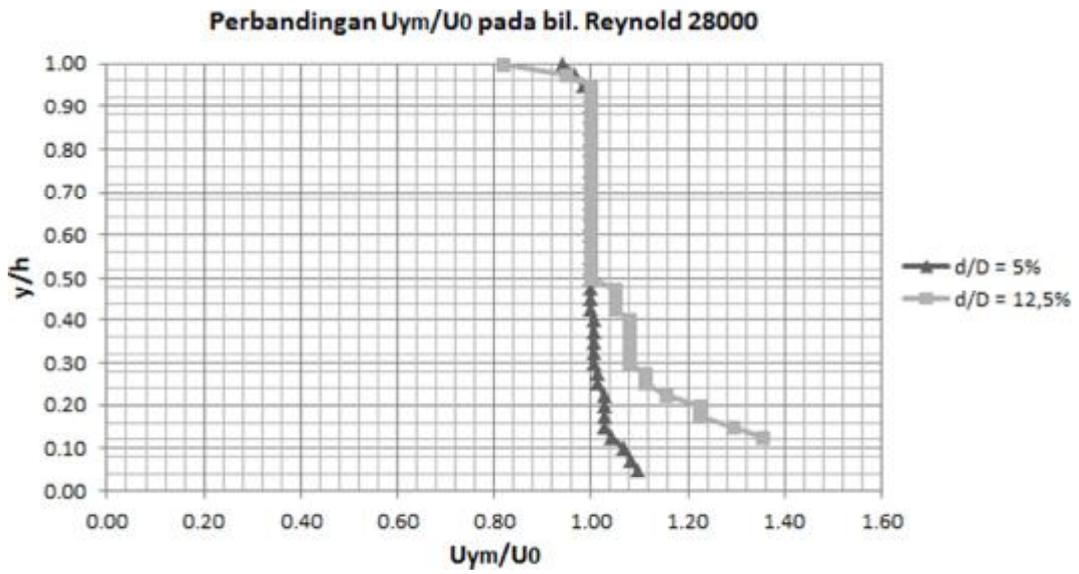
Blockage ratio 5% distribusi nilai U_{ym}/U_0 mencapai angka 1 pada titik koordinat $y/h = 0.40$ sedangkan untuk *blockage ratio* 12.5% distribusi nilai U_{ym}/U_0 sedangkan *blockage ratio* 12,5% distribusi nilai U_{ym}/U_0 mencapai angka 1 pada koordinat $y/h = 0,48$. Peristiwa ini menunjukkan semakin besar *blockage ratio* balok, maka semakin jauh balok tersebut mendefleksikan *streamline*, terbukti dengan makin jauhnya jarak yang di butuhkan untuk mencapai angka 1 yaitu kecepatan yang sama dengan *upstream*.

Dapat di lihat pada grafik 4.1 *blockage ratio* 5% dan 12,5% setelah distribusi nilai U_{ym}/U_0 mencapai angka 1, kemudian mengecil hingga koordinat mendekati dinding $y/h = 1$. Pengecilan distribusi nilai U_{ym}/U_0 ini menunjukkan didaerah ini terjadi peristiwa *boundry layer* di dinding *muffler*. *Boundary layer* di dinding pada *blockage ratio* 5% di capai pada koordinat $y/h = 0.95$ sedangkan *blockage ratio* 12,5% di capai pada koordiat $y/h = 0.93$.

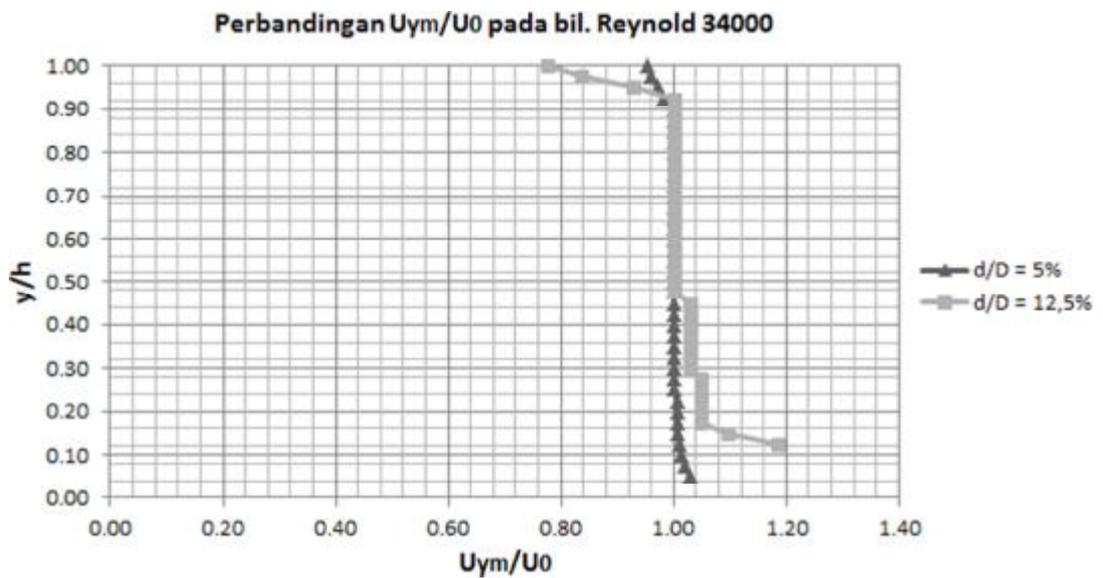
Gambar 4.2 adalah grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 terhadap y/h untuk $Re = 28.000$, dapat di lihat untuk *blockage ratio* 5% distribusi nilai U_{ym}/U_0 menurun hingga koordinat $y/h = 0.40$ kemudian konstan pada nilai $U_{ym}/U_0 = 1$ hingga titik koordinat $y/h = 0,9$, titik ini merupakan awal terjadinya *boundary layer* di daerah dinding *test section*. Untuk *blockage ratio* 12,5% distribusi nilai U_{ym}/U_0 menurun hingga koordint $y/h = 0.45$ kemudian konstan di angka 1 sampai koordinat $y/h = 0.98$ setelah itu menemui daerah *boundary layer* di dinding pada koordinat $y/h = 0.48$ hingga koordinat $y/h = 1$.



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 dengan y/h untuk *blockage ratio* 5% dan 12,5% pada $Re = 22.000$



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 dengan y/h untuk *blockage ratio* 5% dan 12,5% pada $Re = 28.000$



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara U_{ym}/U_0 dengan y/h untuk *blockage ratio* 5% dan 12,5% pada $Re = 34.000$

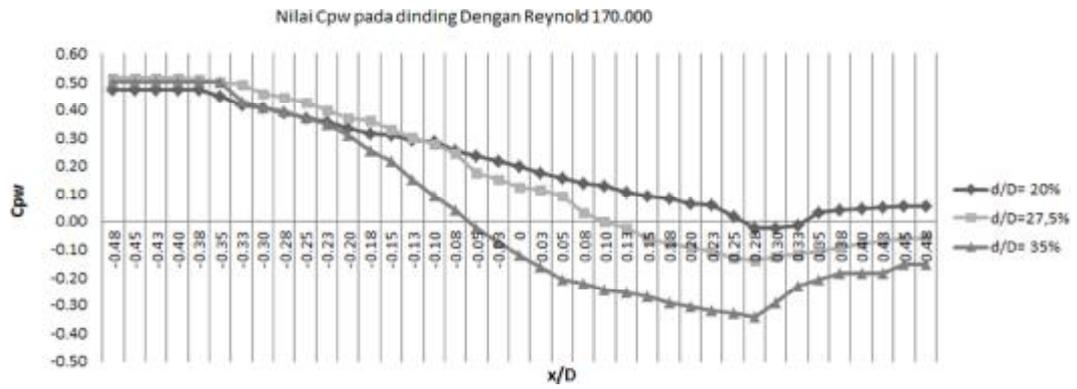
Dapat di lihat pada gambar 4.3 distribusi nilai U_{ym}/U_0 *blockage ratio* 5% dan 12,5% untuk $Re = 34.000$. Nilai U_{ym}/U_0 maksimum untuk $d/D = 5\%$ di capai ketika $y/h = 0.05$, kemudian menurun sampai titik koordinat $y/h = 0.32$. Setelah itu nilai U_{ym}/U_0 konstan di angka 1 hingga koordinat $y/h = 0.90$ dan pada koordinat ini adalah awal dari daerah *boundary layer* di dinding *test section*. Untuk *blockage ratio* 12,5% nilai U_{ym}/U_0 maksimum di capai pada koordiat $y/h = 0.13$, kemudian turun sampai titik koordinat $y/h = 0,45$. Setelah itu nilai U_{ym}/U_0 konstan di angka 1 hingga kooerdinat $y/h = 0.93$ dan setelah koordinat ini adalah awal dari daerah *boundary layer* di dindig *test section*. Karena keterbatasan alat ukur pada *blockage ratio* 5% dan 12,5% untuk $Re = 22.000, 28.000, \text{ dan } 34.000$ tidak di temui adanya *boundary layer* di dekat permukaan balok.

Pada gambar 4.1 hingga 4.3 terlihat bahwa distribusi nilai U_{ym}/U_0 sebelum mencapai *boundary layer* daerah dinding berharga 1 (satu). Ini mempresentasikan bahwa distribusi kecepatan di antara celah balok dengan dinding wind tunnel sama dengan kecepatan *upstream*, hal ini menunjukkan belum terjadinya *blockage efek* pada $d/D = 5\%$ dan 12,5%.

Untuk mempermudah pembacaan grafik pada gambar 4.1 sampai 4.3, maka di buat *check poin* pada tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1 *check point* dari gambar 4.1 sampai 4.3

No	Re	<i>Blockage ratio</i>	Daerah <i>boundary layer</i> dekat balok	Daerah penyempitn <i>streamtube/streamline</i> lengkung (y/h)	Daerah nilai $U_{ym}/U_0 = 1$ (y/h)	Daerah <i>boundary layer</i> dekat dinding (y/h)
.1	22.000	5%	---	0,05 s/d 0,38	0,40 s/d 0,93	0,95 s/d 1,0
2		12,5%	---	0,13 s/d 0,45	0,48 s/d 0,93	0,95 s/d 1,0
3	28.000	5%	---	0.05 s/d 0,40	0.43 s/d 0,93	0,95 s/d 1,0
4		12,5%	---	0,13 s/d 0,48	0,50 s/d 0,95	0,98 s/d 1,0
5	34.000	5%	---	0,05 s/d 0,23	0,25 s/d 0,90	0,93 s/d 1,0
6		12,5%	---	0,13 s/d 0,45	0,48 s/d 0,93	0,95 s/d 1,0



Gambar 4.4 grafik hubungan C_{pw} vs x/D untuk balok $d/D = 20\%$, $d/D= 27.5\%$ dan $d/D = 35\%$ pada $Re = 170.000$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

3.5 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah di lakukan dapat di simpulkan bahwa :

1. Hasil analisa tekanan udara bersih yang akan masuk kedalam ruang bakar sudah sesuai dengan yang dibutuhkan engine. Dari hasil simulasi didapatkan data tekanan pada intake cone adalah 1,12 bar pada silinder 1, 1,14 bar pada silinder 2, 1,16 bar pada silinder 3, dan 1,15 bar pada silinder 4. Sedangkan untuk tekanan gas buang dari exhaust manifold sudah sesuai dengan yang dibutuhkan turbocharger yaitu sebesar 1,6 bar pada silinder 1, 1,3 bar pada silinder 2, 1,2 bar pada silinder 3, dan 1,24 bar pada silinder 4.
2. Hasil analisa kecepatan pada intake cone saat akan masuk kedalam ruang bakar adalah 33,5 m/s pada silinder 1, 32,9 m/s pada silinder 2, 34,5 m/s pada silinder 3, dan 34,29 m/s pada silinder 4. Sedangkan untuk kecepatan gas buang pada saat keluar exhaust manifold sudah sesuai dengan kebutuhan turbocharger yaitu sebesar 93,8 m/s pada silinder 1, 117,42 m/s pada silinder 2, 1227,7 m/s pada silinder 3, dan 202 m/s pada silinder 4
3. *Blockage ratio* di atas 20% telah di temukan *blockage efek* dengan di tunjukkan distribusi U_{ym}/U_0 sebelum mendekati *boundary layer*

dinding bernilai $U_{ym}/U_0 > 1$. Hal ini menunjukkan telah ada percepatan di celah antara model uji dan dinding *muffler*, *streamtube* mengalami penyempitan dan terjadi interaksi aliran fluida terhadap dinding *muffler*.

4. Semakin besar *blockage ratio* nilai distribusi koefisien tekanan akan semakin menurun dengan drastis mengikuti pola ukuran balok tersebut.

5.2. Saran

1. Penelitian selanjutnya di sarankan untuk melakukan penelitian dengan *blockage ratio* antara 12,5% dan 20% untuk menemukan nilai *blockage ratio* kritis yang paling tepat.
2. Lakukan visualisasi untuk memperjelas fenomena – fenomena yang terjadi pada saat aliran fluida melintasi balok.
3. Lakukan pengambilan data tekanan di permukaan balok untuk mengtahuifenomena yang terjadi di sekitar permukaan balok.

DAFTAR PUSTAKA

- Helmizar 2008. **“Studi Eksperimental Tentang Efek Blockage Ratio Terhadap Karakteristik Aliran Fluida Melintasi Silinder”**. Laporan tugasakhir, jurusan teknik mesin FTI-ITS, surabaya
- Agung 2008. **“Studi Eksperimental Tentang karakteristik aliran fluida yang melintasi objek silinder teriris dan balok”**. Laporan tugas akhir, jurusan teknik mesin FT-UNIB. Bengkulu
- Fox, W. Robert, and Mc Donald, Alan T, 1998. **“Introductions to Fluid Mechanics”**, 5th edition, Jhon Wiley and Sons, Inc., Canada
- Imam permadi, agung 2015. **“Karakteristik Aliran Udara Melintasi Balok Pada Bilangan Reynold 4000, 4800, Dan 5400 Dengan Visualisasi Menggunakan Uap Ethylene Glycol”**. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin FT-UNIB, Bengkulu
- Tohir, Ahmad., Yuwono, Triyogi & Purwanto., 2016, **“Studi Numerik Karakteristik Aliran Sekitar An I-Type Cylinder 53o Dekat Dinding”**, *Journal Teknik Mesin*, Vol. 11, No. 2.
- Choi J.-H. & Lee S.-J. 2000. **“Ground Effect Of Flow Around An Elliptic Cylinder In A Turbulent Boundary Layer”**. *Journal of Fluids and Structures*: 697-709.
- Sudarianto Vendik, 2006. **”Studi Eksperimental Karakteristik Aliran Fluida Melintasi Silinder Sirkular Yang Diganggu Oleh Silinder Teriris Tipe – I”**. *Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya.*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : TEJA RAMADHAN
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal lahir : Medan, 13 Februari 1996
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jalan. Suluh No. 145 Medan
8. No. hp : 0877-9210-1946
9. Email : tejaramadhan96@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO.	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1.	SD SWASTA PAHLAWAN NASIONAL MEDAN	2002-2008
2.	SMP SWASTA PAHLAWAN NASIONAL MEDAN	2008-2011
3.	SMK SWASTA TELADAN MEDAN	2011-2014
4.	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2015-2021