

**PENGARUH *CATALYTIC CONVERTER* TERHADAP
ALIRAN GAS BUANG PADA KNALPOT MOBIL
ANTASARI EVO I MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
*FINITE ELEMENT***

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



Abdan Syakura

1610816210001

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

PENGARUH CATALYTIC CONVERTER TERHADAP ALIRAN GAS BUANG PADA KNALPOT MOBIL ANTASARI EVO I MENGGUNAKAN SOFTWARE FINITE ELEMENT

oleh

Abdan Syakura (1610816210001)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 29 Desember 2021 dan dinyatakan

LULUS

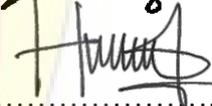
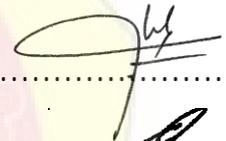
Komite Penguji :

Ketua : Akhmad Syarief, S.T., M.T.
NIP 197105231999031004

Anggota 1 : Gunawan Rudi Cahyono, S.T., M.T.
NIP 197509242002121005

Anggota 2 : Herry Irawansyah, S.T., M.Eng.
NIP 199002212018031001

Pembimbing Utama : Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.
NIP 197007171998021001



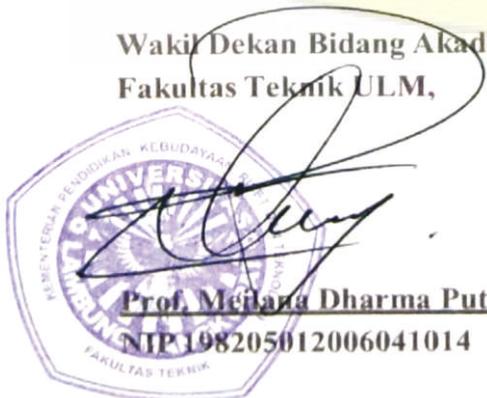
Banjarbaru, 13 JAN 2022
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**

Prof. Meilana Dharma Putra, Ph.D.
NIP 198205012006041014

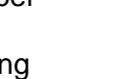
**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,**

Dr. Rachmat Subagyo
NIP 197608052008121001



**LEMBAR KONSULTASI
SKRIPSI**

NAMA : Abdan Syakura
 NIM : 1610816110008
 JUDUL SKRIPSI : Pengaruh Catalytic Converter Terhadap Aliran Gas Buang Pada Knalpot Mobil Antasari Evo I Menggunakan Software Finite Element

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1.	5-8-2021	Perbaiki judul, Latar belakang	
2.	15-8-2021	Perbaiki Bab 1	
3.	21-8-2021	Perumusan dan batasan Masalah Perbaiki Bab 2	
		Kajian Pustaka (Penelitian terdahulu ditambah) dan Landasan teori diperbanyak dan sesuai sitasi	
4.	25-8-2021	Perbaiki Bab 3	
		Variabel penelitian, rancangan data, diagram alir dan tambah daftar pustaka	
5.	29-8-2021	Periksa ulang dan ACC	
6.	8-11-2021	Perbaiki Bab 4	
		Kata istilah, penghubung menurut modul	
7.	10-11-2021	Spasi antar sub bab menurut panduan modul	
8.	12-11-2021	Pengutipan gambar pada paragraf dan penulisan sumber	
9.	15-11-2021	Menambahkan gambar hasil simulasi dan bahan penelitian	
10.	18-11-2021	Penambahan pembahasan pengujian simulasi	
11.	29-11-2021	Tambah penjelasan pembahasan secara ilmiah dan pengujian dari penelitian terdahulu	
12.	2-12-2021	Perbaiki Bab 5	
		Kesimpulan dibuat singkat, padat dan jelas	
13.	6-12-2021	Tambah kata pengantar, lembar pengesahan, lampiran, dll	
14.	9-12-2021	Periksa keseluruhan Bab 1-5 dan ACC	

Banjarbaru, 20 Desember

2021 Dosen Pembimbing



Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.
 NIP. 197007171998021001

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga Skripsi yang berjudul “Pengaruh Catalytic Converter Terhadap Aliran Gas Buang Pada Knalpot Mobil Antasari Evo I Menggunakan Software Finite Element” ini dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik. Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam penyusunan Skripsi ini,

yang hanya dengan bantuan berbagai pihak, maka Skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Dalam kesempatan ini, penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dorongan yang berupa materi maupun moral.
2. Bapak Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat.
3. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.. selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Skripsi, yang telah mendorong, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang tidak disengaja. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya penelitian lebih lanjut. Akhir kata, semoga Skripsi ini berguna bagi pengembangan ilmu.

Banjarbaru.....

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KONSULTASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2 DASAR TEORI.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Metode Elemen Hingga	5
2.3 Meshing.....	6
2.4 Knalpot.....	6
2.5 <i>Catalytic Converter</i>	8
2.6 Pengaruh Tekanan Balik gas Buang Terhadap Performa mesin.....	9
2.7 Jenis Aliran udara	10
2.8 Turbulensi	11
2.9 Tekanan.....	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	12
3.2.1 Alat	12
3.2.2 Bahan	13
3.3 Prosedur Penelitian	14

3.4 Metode Penelitian	15
3.5 Diagram Alir	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Simulasi <i>Velocity</i>	20
4.1.1.1 Hasil Simulasi <i>Velocity</i> Percobaan 1	21
4.1.1.2 Hasil Simulasi <i>Velocity</i> Percobaan 2	22
4.1.1.3 Hasil Simulasi <i>Velocity</i> Percobaan 3	23
4.1.1.4 Hasil Simulasi <i>Velocity</i> Percobaan 4	25
4.1.1.5 Hasil Simulasi <i>Velocity</i> Percobaan 5	25
4.1.2 Simulasi <i>Pressure</i>	26
4.1.2.1 Hasil Simulasi <i>Pressure</i> Percobaan 1	27
4.1.2.2 Hasil Simulasi <i>Pressure</i> Percobaan 2	28
4.1.2.3 Hasil Simulasi <i>Pressure</i> Percobaan 3	29
4.1.2.4 Hasil Simulasi <i>Pressure</i> Percobaan 4	30
4.1.2.5 Hasil Simulasi <i>Pressure</i> Percobaan 5	31
4.1.3 Jenis Aliran	32
4.1.3.1 Jenis Aliran Percobaan 1	32
4.1.3.2 Jenis Aliran Percobaan 2	33
4.1.3.3 Jenis Aliran Percobaan 3	34
4.1.3.4 Jenis Aliran Percobaan 4	35
4.1.3.5 Jenis Aliran Percobaan 5	36
4.2 Pembahasan	37
4.2.1 Pengaruh letak <i>Catalytic Converter</i> Terhadap Aliran dan Tenakan Udara.....	37
4.2.2 Pengaruh Desain <i>Catalytic Converter</i> Terhadap Aliran Gas Buang	38
4.2.3 Pengaruh <i>Catalytic Converter</i> terhadap Jenis aliran Udara.....	40
4.2.4 Perbandingan Hasil Analisis	42
BAB 5 PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan	44

5.2 Saran.....44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis <i>software</i> Ansys.....	5
Gambar 2.2 Jenis Aliran Udara	11
Gambar 3.1 Perangkat Komputer	12
Gambar 3.2 Tampilan Awal Autodesk Inventor	12
Gambar 3.3 Tampilan Awal Ansys Workbench R3 2019	13
Gambar 3.4 Desain Knalpot Menggunakan Inventor.....	13
Gambar 3.5 Desain <i>catalytic converter</i> A	14
Gambar 3.6 Desain <i>catalytic converter</i> B	14
Gambar 3.7 Skema Pengambilan Data.....	18
Gambar 4.1 Percobaan 1 <i>Initial Velocity</i> 1000 KPa.....	21
Gambar 4.2 Percobaan 1 <i>Initial Velocity</i> 1250 KPa.....	21
Gambar 4.3 Percobaan 1 <i>Initial Velocity</i> 1500 KPa.....	21
Gambar 4.4 Percobaan 2 <i>Initial velocity</i> 1000 KPa	22
Gambar 4.5 Percobaan 2 <i>Initial velocity</i> 1250 KPa	22
Gambar 4.6 Percobaan 2 <i>Initial velocity</i> 1500 KPa	23
Gambar 4.7 Percobaan 3 <i>Initial velocity</i> 1000 KPa	23
Gambar 4.8 Percobaan 3 <i>Initial Velocity</i> 1250 KPa.....	23
Gambar 4.9 Percobaan 3 <i>Initial Velocity</i> 1500 KPa.....	24
Gambar 4.10 Percobaan 4 <i>Initial Velocity</i> 1000 KPa.....	24
Gambar 4.11 Percobaan 4 <i>Initial Velocity</i> 1250 KPa.....	24
Gambar 4.12 Percobaan 4 <i>Initial Velocity</i> 1500 KPa.....	25
Gambar 4.13 Percobaan 1 <i>Initial Pressure</i> 1000 KPa.....	25
Gambar 4.14 Percobaan 1 <i>Initial Pressure</i> 1250 KPa.....	25
Gambar 4.15 Percobaan 1 <i>Initial Pressure</i> 1500 KPa.....	26
Gambar 4.16 Percobaan 2 <i>Initial Pressure</i> 1000 KPa.....	26
Gambar 4.17 Percobaan 2 <i>Initial Pressure</i> 1250 KPa.....	26
Gambar 4.18 Percobaan 2 <i>Initial Pressure</i> 1500 KPa.....	27
Gambar 4.19 Percobaan 3 <i>Initial Pressure</i> 1000 KPa.....	27
Gambar 4.20 Percobaan 3 <i>Initial Pressure</i> 1250 KPa.....	27
Gambar 4.21 Percobaan 3 <i>Initial Pressure</i> 1500 KPa.....	28

Gambar 4.22 Percobaan 4 <i>Initial Pressure</i> 1000 KPa.....	28
Gambar 4.23 Percobaan 4 <i>Initial Pressure</i> 1250 KPa.....	28
Gambar 4.24 Percobaan 4 <i>Initial Pressure</i> 1500 KPa.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengamatan <i>Velocity</i> Dalam Satuan Kpa	20
Tabel 4.2 Tabel Pengamatan <i>Pressure</i> Salam Satuan Kpa.....	26
Tabel 4.3 Perbandingan Data <i>Velocity</i> Pada Titik Penelitian.....	37
Tabel 4.4 Perbandingan Data <i>Pressure</i> Pada Titik Penelitian.....	38
Tabel 4.5 Perbandingan data <i>Velocity</i> pada <i>initial pressure</i> 1000	39
Tabel 4.6 Perbandingan data <i>Velocity</i> pada <i>initial pressure</i> 1250	3
Tabel 4.7 Perbandingan data <i>Velocity</i> pada <i>initial pressure</i> 1500	3
Tabel 4.8 Perbandingan data <i>Pressure</i> pada <i>initial pressure</i> 1000	40
Tabel 4.8 Perbandingan data <i>Pressure</i> pada <i>initial pressure</i> 1250	40
Tabel 4.8 Perbandingan data <i>Pressure</i> pada <i>initial pressure</i> 1500	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi modern yang sangat pesat berkembang dari masa ke masa, menantang para pelaku manufaktur untuk mengerjakan proyek rumit dan memakan biaya tinggi. Proses pembuatan sebuah produk tentunya membutuhkan desain serta Analisa yang tepat, agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan ketika sudah dipasarkan ke masyarakat luas. Teknologi desain dan Analisa saat ini mampu melakukan trial and error yang hampir mendekati aktual hanya dengan menggunakan metode simulasi software finite element. Sehingga biaya yang dilakukan untuk menguji ratusan hingga ribuan kali suatu produk dapat terpengkas. Ini akan menjadi sebuah langkah yang efektif dari segi Analisa dan tentunya secara *budget*.

Exhaust system atau yang lazim disebut knalpot merupakan salah satu bagian vital dari sebuah kendaraan bermotor. Bagian ini penting karena menjadi saluran pembuangan hasil bakar dari engine. Desain saluran pembuangan dirancang untuk menyalurkan gas hasil pembakaran mesin ketempat yang aman bagi pengguna mesin. Gas hasil pembakaran umumnya panas, untuk itu saluran pembuangan harus tahan panas dan cepat melepaskan panas. Saluran pembuangan tidak boleh melewati atau berdekatan dengan material yang mudah terbakar atau mudah rusak karena panas. Meskipun tampak sederhana, desain sistem pembuangan cukup berpengaruh terhadap performa mesin. Desain yang terlalu banyak belokan akan menjadi hambatan aliran udara pembuangan pada knalpot sehingga menjadi tekanan balik yang akan menurunkan performa mesin. (Andi Sanata, 2011)

Wasaka team merupakan tim yang terdiri dari mahasiswa Universitas Lambung Mangkurat yang fokus bergerak dalam riset mobil hemat energi. Namun wasaka team belum menemukan desain yang mampu mengurangi emisi pada mobil yang sudah diikuti sertakan pada berbagai ajang lomba. Tidak hanya mampu mengurangi emisi tapi juga optimal pada aliran gas buang. Oleh karna itu, dengan

adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif data dari desain knalpot yang terpasang *catalytic converter* yang sudah teruji emisinya pada simulasi *software finite element* kepada Mobil Hemat Energi Wasaka team.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh desain dan penempatan *Catalytic converter* terhadap aliran gas buang pada knalpot mobil Antasari Evo I hasil simulasi?
2. Bagaimana pengaruh desain dan penempatan *Catalytic converter* pada knalpot terhadap tekanan gas buang pada knalpot mobil Wasaka Team Antasari Evo I hasil simulasi?
3. Bagaimana pengaruh tekanan gas buang pada desain dan penempatan *Catalytic converter* terhadap kecepatan gas buang pada knalpot mobil wasaka team Antasari Evo I hasil simulasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh desain dan penempatan *Catalytic converter* terhadap jenis aliran gas buang pada knalpot mobil Wasaka Team Antasari Evo I hasil simulasi
2. Mengetahui pengaruh desain dan penempatan *Catalytic converter* terhadap tekanan gas buang pada knalpot mobil Wasaka Team Antasari Evo I hasil simulasi
3. Mengetahui pengaruh tekanan gas buang pada desain dan penempatan *Catalytic converter* terhadap kecepatan gas buang pada knalpot mobil wasaka team Antasari Evo I hasil simulasi

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dengan mengetahui pengaruh *Catalytic converter* terhadap aliran udara hasil simulasi *software finite element* maka didapatkan data desain yang tepat digunakan untuk mobil antasari Evo I
2. Dengan mengetahui pengaruh *Catalytic converter* terhadap kecepatan udara hasil simulasi *software finite element* maka didapatkan data data desain yang tepat digunakan untuk mobil antasari Evo I

3. Memberikan alternatif data desain knalpot yang terpasang *catalytic converter* terhadap tim Wasaka hasil simulasi *software finite element*.

1.2 Batasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan simulasi *software finite element*.
2. Tidak ada perbandingan dengan metode teoritis.
3. Tidak menyinggung kekuatan material pada struktur knalpot.
4. Tidak mengukur emisi gas buang.
5. *Heat transfer* diabaikan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Penelitian Sebelumnya

Menurut Sefnath Josep Etwan Sarwuna Dkk. (2017). Secara umum diketahui bahwa sistem pembuangan atau biasa disebut knalpot merupakan bagian vital / utama dari sebuah motor siklus. Oleh karena itu dalam bidang otomotif produk ini mengalami kemajuan yang pesat dan semakin meningkat pelanggan. Fungsi knalpot adalah untuk menambah kecepatan, memperindah bentuk dan memperoleh yang baik pendengaran suara. Namun demikian, banyak orang mengabaikan untuk memperbaiki/meningkatkan performa mesin memanfaatkan gas buang itu sendiri. Terkait masalah gas buang dan fokus pada tekanan balik yang terjadi Selama proses pembuangan, diambil beberapa produk knalpot dengan ukuran diameter header yang berbeda dan dianalisis untuk menentukan besarnya tekanan balik yang dihasilkan. Analisis menggunakan ANSYS R15.0 program dan hasil simulasi menunjukkan besarnya tekanan balik yang terjadi pada header knalpot untuk setiap jenis knalpot.

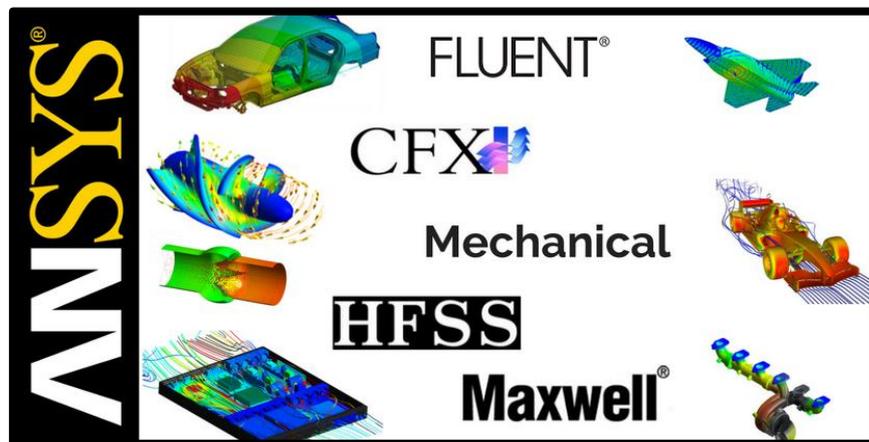
Harryndra Aufandy Rahardyan (2014) meneliti bagaimana perbandingan pengaruh kecepatan aliran dalam pipa knalpot 1-DC-2 dan 1-DC-3. Penelitian ini disimulasikan dengan Autodesk simulation CFD 2013 dengan memvariasikan posisi aliran masuk. Pengaturan aliran masuk dilakukan dengan mengatur variable kecepatan dan *velocity* pada menu boundary condition, pada posisi aliran masuk ditetapkan kecepatan 150 mm/s dan untuk aliran keluarnya ditetapkan *velocity* sebesar 0 Pa. penelitian ini selanjutnya hanya meninjau gradient berdasarkan besar kekepatannya saja. Pada analisisnya terdapat sesuatu yang mengejutkan bahwa udara yang keluar dari outlet manifold 1-DC-3 lebih rendah kecepatan alirannya dibandingkan dengan manifold 1-DC-2, hal ini disebabkan karena udara mudah keluar pada manifold 1-DC-3 karena banyak lubang, sehingga kecepatan sangat rendah. Manifold 1-DC-3 menghasilkan tekanan balik yang kecil ke runag mesin dibanding manifold 1-DC-2 dengan kecepatan masukan yang sama yaitu 0.16 m/s (133HP), kesimpulan untuk mesin mobil standart dan harian disarankan memakai

manifold exhaust yang berlubang output paling sedikit demi mengejar efisiensi mesin dan menghindari mesin “ngempos” (tekanan balik kecil).

3.2 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga (*finite elemen methods*) adalah sebuah metode penyelesaian permasalahan teknik yang menggunakan pendekatan dengan membagi-bagi (diskritisasi) benda yang akan dianalisa kedalam bentuk elemen-elemen yang berhingga yang saling berkaitan satu sama lain. Permasalahan teknik biasanya didekati dengan sebuah model matematik yang berbentuk persamaan differential. Setiap model matematik tersebut memiliki persamaan-persamaan matematik lainnya yang ditentukan berdasarkan asumsi dan kondisi aktual yang disebut kondisi batas (*boundary condition*).

Metode elemen hingga bisa dilakukan salah satunya dengan menggunakan *software Ansys Workbench*. *Ansys Workbench* adalah salah satu perangkat lunak



berdasarkan metode elemen hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah-masalah rekayasa (*engineering*).

Gambar 2.1 Jenis Software Ansys
(Sumber: Lee, H.-H. 2017)

Secara umum, untuk melakukan analisa struktur. Tahap - tahap pengerjaan terbagi dalam 5 langkah yaitu :

1. *Engineering data/material properties*
2. Geometri
3. Meshing/Model
4. Pembebanan dan analisa

5. Hasil

Ansys Workbench tentunya juga dapat berintegrasi dengan perangkat lunak CAD sehingga memudahkan penggunaan dalam membangun model geometri dengan berbagai perangkat lunak CAD. Beberapa perangkat lunak tersebut adalah Catia dan Solid work bahkan AutoCad 3D. Selain itu, kita dapat memilih material berdasarkan kondisi sebenarnya. Dalam pemilihan material ini, perlu untuk mengetahui secara filosofis, misal dari aturan standard dan kode seperti ASTM untuk material, API, AISI, dll. karena dari standard tersebut akan diketahui kekuatan material, *factor safety* dsb. Pada *Ansys Workbench* dapat melakukan beberapa simulasi yang berbeda seperti struktural, thermal, mekanika fluida, analisis elektromagnetik, dll. Gabungan analisis seperti thermal dengan struktur atau lainnya sehingga lebih sering dikenal dengan *finite element multiphysics*.

2.3 Meshing

Proses meshing merupakan pembagian model sehingga menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Meshing ini biasanya dilakukan saat sebelum menentukan *boundary condition* dari sebuah rencana analisa. Apabila semakin kecil nilai meshing maka semakin kecil pula pembagian elemen pada model. Sehingga hasilnya semakin akurat dan sebaliknya untuk nilai meshing yang semakin membesar maka pembagian elemen pada model juga hasilnya akan kurang akurat. Meshing adalah bagian penting dari analisa. Karena jika meshing kurang baik, maka akan menghasilkan hasil yang berbeda atau tidak mendekati kondisi sebenarnya. Kualitas meshing bisa dikatakan baik apabila memiliki nilai rata – rata antara 0.0 – 0.4 mm, dan dikatakan sedang jika mempunyai nilai rata – rata 0.5 – 0.7 mm, dan dikatakan buruk jika mempunyai nilai rata – rata 0.8 – 1.0 mm. meshing merupakan representasi dari metode elemen hingga. Dalam metode meshing yang dilakukan untuk menganalisa struktur kerangka mesin ini yaitu *hex dominant method*.

2.4 Knalpot

Knalpot adalah suatu komponen pada sepeda motor yang berfungsi sebagai peredam hasil ledakan di ruang bakar. Ledakan pembakaran campuran bahan bakar

dan udara berlangsung begitu cepat di ruang bakar. Ledakan ini menimbulkan suara yang sangat bising. Untuk meredam suara gas sisa hasil pembakaran yang keluar dari klep buang tidak langsung dilepas ke udara terbuka. Gas buang disalurkan terlebih dahulu ke dalam peredam suara atau muffler di dalam knalpot. Perkembangan teknologi terhadap knalpot menurut Lovinska (2012) bahwa knalpot 4 tak berfungsi untuk menurunkan suhu akibat kompresi.

Knalpot pada mesin 4 tak berfungsi sebagai pengatur turbulensi yang akan menghasilkan tekanan balik untuk membantu kompresi bahan bakar walau hanya sedikit peranya. Knalpot mesin 4 tak dan 2 tak berbeda sistem kerja dan fungsinya, dalam mesin 2 tak knalpot sangat penting peranya. Turbulensi dalam knalpot 2 tak berperan penting untuk membantu kompresi bahan bakar di ruang bakar karena turbulensi ini akan menghasilkan tekanan balik ke ruang bakar, tetapi perhitungan turbulensi udara dalam knalpot ini tidak sembarangan harus ada perhitungan yang tepat. Seperti komponen pada mesin 4 tak seperti diameter klep, lama waktu klep membuka dan menutup.

a. Jenis- jenis knalpot

1. Knalpot *chamber*, konstruksi knalpot chamber seperti knalpot standar, knalpot jenis ini baik pada putaran bawah.
2. Knalpot *free flow*, konstruksi dari knalpot *free flow* baik bekerja pada mesin degan putaran tinggi. Knalpot ini buat lebih ringkas dan singkat turbulensinya, sehingga dikenal dengan sistem pembuangan los (*free flow*).

b. Bagian Bagian Knalpot

Berikut ini adalah bagian bagian dari knalpot pada kendaraan bermotor :

1. Header

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

2. Resonator

Resonator adalah Bagian kedua dari knalpot adalah resonator atau biasa yang kita kenal saringan knalpot. Resonator banyak dimiliki oleh

kendaraan bermotor yang berfungsi untuk mengolah bunyi bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran mesin.

3. Silencer

Silencer juga memiliki fungsi yang mirip dengan resonator, untuk membantu meminimalisir suara bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran dari kendaraan bermotor (Setoberlian, 2013).

2.5 *Catalytic Converter*

Catalytic Converter adalah suatu alat yang dipasang di kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan tersebut. Untuk mengetahui fenomena aliran didalam saluran cukup sulit, tetapi dengan menggunakan perangkat lunak *Fluent* atau *ansys*, simulasi dapat dilakukan untuk menentukan pola aliran yang terbentuk di dalam saluran, Simulasi aliran bertujuan untuk menggambarkan keadaan sebenarnya dari fenomena fisik yang terlihat di dalam aliran fluida. Semakin merata gas buang mengenai permukaan *Catalytic Converter* maka semakin besar terjadinya proses reduksi emisi (Alimohktar, 2014). *Catalytic Converter* adalah salah satu teknologi yang digunakan untuk mereduksi gas buang CO menjadi CO₂, HC menjadi H₂O, dan NO_x menjadi N₂ pada saat dikeluarkan dari knalpot. *Catalytic Converter* pada dasarnya merupakan sebuah reaktor unggun tetap (*Fixed Bed Reaktor*) yang beroperasi dinamis dan mengolah zat-zat yang mengandung emisi gas buang berbahaya menjadi zat-zat yang tidak berbahaya.

Catalytic Converter merupakan sebuah *Converter* (pengubah) dengan menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut diharapkan dapat membantu atau mempercepat terjadinya proses perubahan suatu zat (reaksi kimia). Media katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Media yang biasa digunakan sebagai katalis adalah logam yang mahal dan jarang ditemukan seperti Palladium, Platinum dan Stainless Steel. *Catalytic converter* yang umum dipakai ada berbagai macam bentuk, secara garis besar dapat digolongkan menjadi dua golongan yaitu : Sistem ini sering disebut juga *Sigle bed*

Oksidation, mampu mengubah CO dan HC menjadi CO₂ dan H₂O. *Catalytic* jenis ini beroperasi pada kendaraan udara berlebih (Excess air setting).

2.5.1 Prinsip Kerja *Catalytic converter*

1. Tahap awal dari proses yang dilakukan pada *Catalytic converter* adalah *reduction catalyst*. Tahap ini menggunakan Platinum dan Rhodium untuk membantu mengurangi emisi NO_x. Ketika molekul NO atau NO₂ bersinggungan dengan katalis, sirip katalis mengeluarkan atom Nitrogen dari molekul dan menahannya. Sementara oksigen yang ada diubah ke bentuk O₂. Atom Nitrogen yang terperangkap dalam katalis tersebut diikat dengan atom Nitrogen lainnya sehingga terbentuk format N₂, namun demikian pada penulisan Tugas Akhir ini katalis yang akan digunakan bukanlah Platinum dan Rhodium melainkan menggunakan Tembaga (Cu).
2. Tahap kedua dari proses di dalam *Catalytic converter* adalah *oxidation catalyst*. Proses ini mengurangi hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar di ruang bakar dan karbonmonoksida (CO) dengan membakarnya (*oxidation*) melalui katalis. Katalis ini membantu reaksi CO dan HC dengan oksigen yang ada di dalam gas buang. Reaksinya dapat dilihat pada persamaan ($2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$).
3. Tahap ketiga adalah pengendalian sistem yang memonitor arus gas buang. Informasi yang diperoleh dipakai lagi sebagai kendali sistem injeksi bahan bakar. Ada sensor oksigen yang diletakkan sebelum *Catalytic converter* dan cenderung lebih dekat ke mesin daripada converter itu sendiri. Sensor ini memberi informasi ke Electronic Control System (ECS) seberapa banyak oksigen yang ada di saluran gas buang. ECS akan mengurangi atau menambah jumlah oksigen sesuai rasio udara bahan bakar. Skema pengendalian membuat ECS memastikan kondisi mesin mendekati rasio stoikiometri dan memastikan ketersediaan oksigen di dalam saluran buang untuk proses oksidasi HC dan CO yang belum terbakar.

2.6 Pengaruh Tekanan Balik Gas Buang Terhadap Performa Mesin

Menurut Rendy (2012) menyatakan bahwa pengaruh knalpot sebenarnya mempunyai prinsip yaitu semakin jalur pembuangan lancar maka tenaga mesin pun

akan keluar secara maksimal. Kelancaran gas buang dipengaruhi oleh desain dan ukurannya, makin sedikit lekukannya maka hambatan akan semakin berkurang begitu juga dengan diameter pipa yang besar, pipa yang besar akan membuat aliran gas buang menjadi semakin lancar. Aliran gas buang yang terlalu lancar juga tidak terlalu baik bagi sebuah knalpot, karena bila terlalu lancar maka efek *back velocity* pada mesin akan berkurang, efek *back velocity* adalah efek dorongan untuk membantu piston untuk bergerak dengan memanfaatkan tekanan gas sisa pembakaran. Efeknya bila terlalu lancar maka tenaga dan torsi turun. Kemudian panjang dan pendek knalpot juga sangat berpengaruh pada karakter mesin.

Akibat dari tekanan balik yang tinggi adalah kurang ruang bakar menjadi kotor atau tidak bersih. *Back velocity* ini akan mengembalikan gas buang yang sudah terbakar sebagian masuk kembali ke dalam ruang bakar saat terjadi overlap katup. Masuknya sebgayaan gas buang yang sudah tidak bisa terbakar lagi masuk ke dalam ruang bakar akan mengurangi efisiensi volumetris udara yang masuk dari katup hisap. Sisa gas buang yang tersisa dalam silinder ini mempengaruhi campuran baru pada saat langkah hisap (Maleev, 1989).

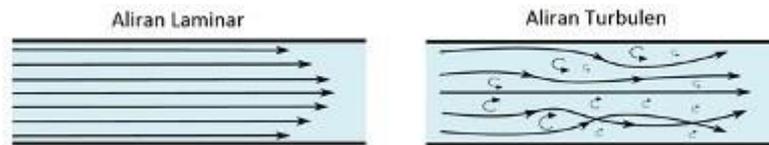
Tekanan balik akan melingkupi gas yang terbakar dari saluran silinder, sewaktu katup terbuka. Tekanan balik terjadi saat gas hasil buangan bertemu dengan udara/bensin yang masuk, hingga terjadi keseimbangan antara aliran gas buang dan campuran udara bensin yang masuk. Elemen-elemen dalam sistem pembuangan juga akan sulit terkendali saat terjadi tekanan balik. Untuk itu, diperlukan header dan komponen-komponen lain dalam sistem pembuangan, sebagai penyalaras antara pembuangan dan intake. Unsur unsur ini akan mengurangi proses hilangnya torsi dan tenaga.

2.7 Jenis Aliran Udara

Jenis aliran fluida dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Aliran laminer, yakni aliran dimana paket fluida meluncur bersamaan dengan paket fluida di sebelahnya, setiap jalur paket fluida tidak berseberangan dengan jalur lainnya. Aliran laminer adalah aliran ideal dan terjadi pada aliran fluida dengan kecepatan rendah.

- Aliran turbulen, yaitu aliran dimana paket fluida tidak meluncur bersamaan dengan paket fluida di sebelahnya, setiap jalur paket fluida dapat bersebrangan dengan jalur lainnya. Aliran turbulen ditandai dengan adanya pusaran-pusaran air (vortex atau turbulen) dan terjadi jika kecepatan alirannya tinggi.



2.8 Turbulensi

Menurut (Sunata, 2019) turbulensi adalah gangguan pada gerakan pesawat yang terjadi karena aliran udara vertical atau horizontal. Saat aliran udara mengenai badan pesawat, pesawat dapat mengalami:

- Kenaikan ketinggian pesawat secara tiba-tiba,
- Penurunan ketinggian pesawat secara tiba-tiba,
- Pergeseran posisi pesawat secara horizontal, dan
- Gerakan memutar secara tiba-tiba.

2.9 Tekanan

Tegangan normal pada setiap bidang yang dilalui unsur fluida yang diam mempunyai nilai unik yang disebut tekanan fluida. Tekanan fluida dipancarkan dengan kekuatan yang sama kesemua arah dan bekerja tegak lurus pada suatu bidang. Tekanan dinyatakan sebagai gaya yang dibagi dengan luas bidang kerjanya (Giles,1976). Untuk keadaan dimana gaya F terdistribusi di atas luasan, maka tekanan dapat diperhitungkan dengan persamaan.

$$P = \frac{F}{A}$$

Dengan,

P = tekanan (N/m^2)

F = gaya (N)

a = luas bidang kerja (m^2)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan Software Ansys Workbench R3 2019. Waktu yang diperlukan pada penelitian ini adalah selama November sampai Desember 2020.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

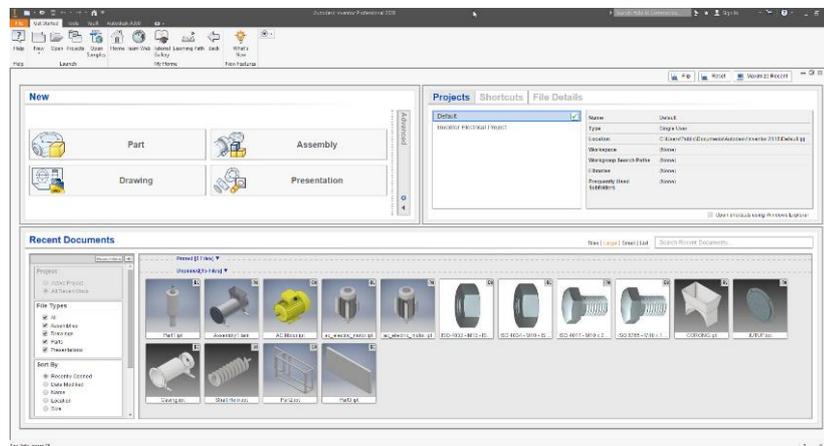
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perangkat komputer



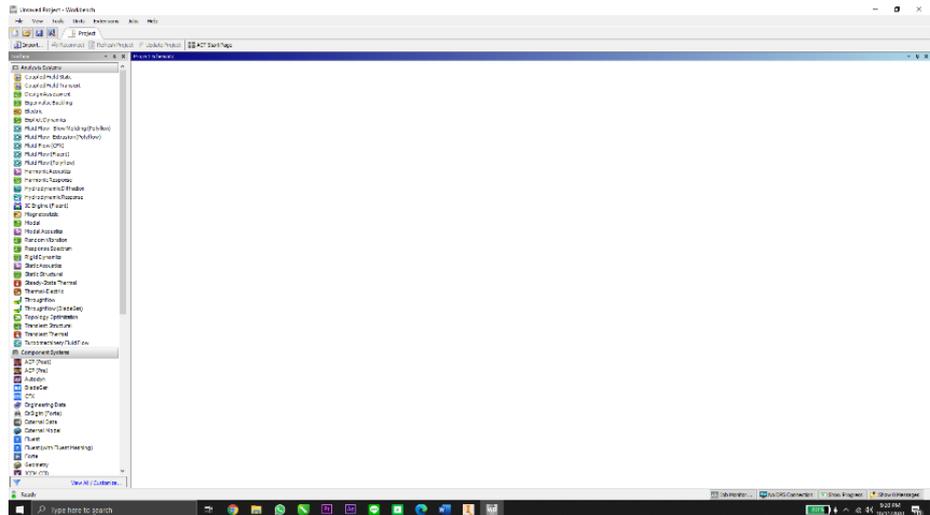
Gambar 3.1
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2. Software Autodesk Inventor



Gambar 3.2 Tampilan awal Autodesk inventor
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3. Software Workbench 2019 R3

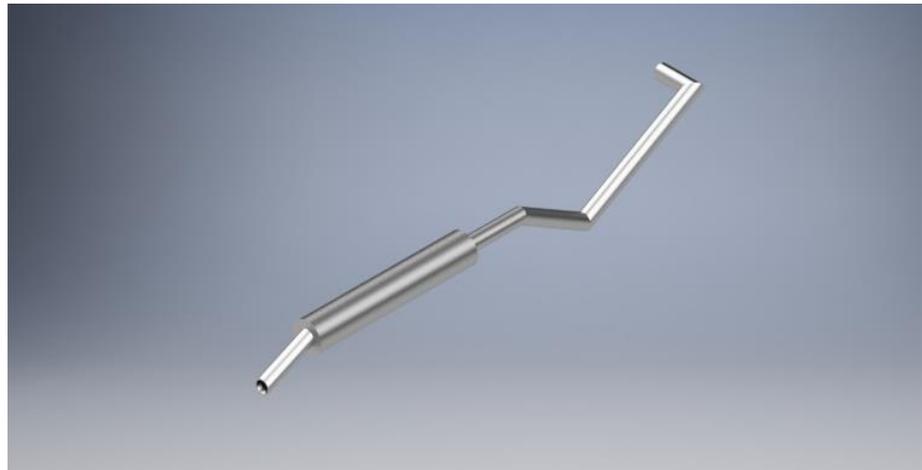


Gambar 3.3 Tampilan Awal Software Workbench R3 Ansys
(sumber : Dokumentasi Pribadi)

3.2.2 Bahan

Bahan yang diuji adalah :

1. Desain Knalpot mobil Wasaka team

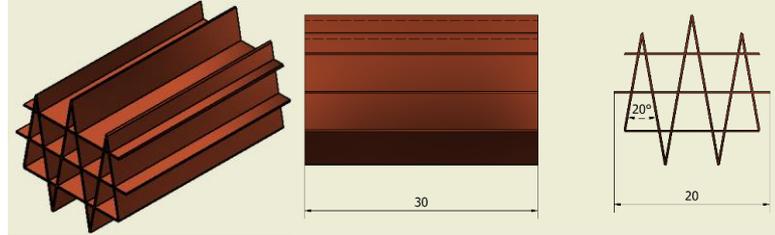


Gambar 3.4 Desain Knalpot Menggunakan inventor
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

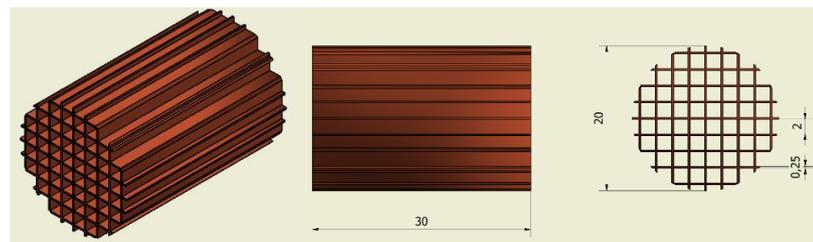
2. Desain Catalytic converter

Desain *catalytic converter* yang di gunakan dalam penelitian ini akan menggunakan 2 desain *catalytic converter*. Desain yang pertama adalah desain yang di buat oleh Faisal Hasan dan desain yang kedua merupakan rancangan saya sendiri. Selanjutnya kedua

catalytic converter disimbolkan dengan *Catalytic converter A* dan *Catalytic converter B*.



Gambar 3.5 Desain *Catalytic converter A* (Honeycomb)



Gambar 3.6 Desain *Catalytic converter B* Menggunakan Autodesk Inventor

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Persiapan

Pada persiapan penelitian ini membutuhkan perangkat komputer yang sudah terinstal software Autodesk Inventor dan Ansys Workbench, yang mana pada penelitian ini saya menggunakan versi Autodesk inventor 2019 dan versi Ansys Workbench R3 2019.

2. Membuat desain

Pada pembuatan desain, saya telah berkoordinasi dengan pihak Wasaka team untuk mengukur dimensi knalpot mobil Antasari Evo I. Pembuatan desain knalpot dan *catalytic converter* pada autodesk inventor harus di ekspor dengan format IGS (.igs) agar lebih kompetibel dengan aplikasi Ansys.

3. Memulai Simulasi

Pertama-tama membuka program Workbench R3 2019, selanjutnya memilih Fluid flow (fluent) pada analysis system toolbox. Import desain knalpot yang sudah terpasang *catalytic converter*, dan mengatur geometri, volumenya menjadi Fluid. Selanjutnya adalah melakukan meshing, untuk meshing sizenya adalah 0,03 mm. Pada langkah selanjutnya yaitu Setup solution, pada langkah ini diatur inletnya menjadi *velocity* inlet dengan variasi 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa. *Velocity* outlet diatur dengan tekanan 101325 Pa (1 atm). Selanjutnya adalah run calculation. Langkah dalam simulasi ini terus diulang dengan desain yang lainnya.

4. Analisa

Setelah mendapatkan hasil kalkulasi, maka langkah selanjutnya adalah analisa hasil kalkulasi dengan mencatat data-datanya kedalam table, serta membandingkan data satu dengan yang lainnya.

5. Selsai.

3.4 Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, teori-teori serta konsep-konsep penelitian yang telah dikembangkan sebelumnya dan ada hubungannya dengan masalah yang dihadapi dikemukakan sebagai dasar menuju tahapan selanjutnya, studi pustaka dilakukan dengan teori-teori yang akan digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yang dicapai. Studi pustaka yang dilakukan mengenai evaluasi dan parameter lain yang mendukung teori tersebut. Studi pustaka ini diperoleh dari sumber beberapa buku atau jurnal internet.

2. Pengumpulan

Data merupakan prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan direkam, memfokuskan hingga menganalisa hasil simulasi yang dihasilkan pada saat penelitian. Data-data yang diperlukan antara jenis gelombang yang diperoleh berdasarkan kondisi normal dan pada saat

kondisi rusak serta data lain yang mendukung penyusunan laporan tugas akhir ini.

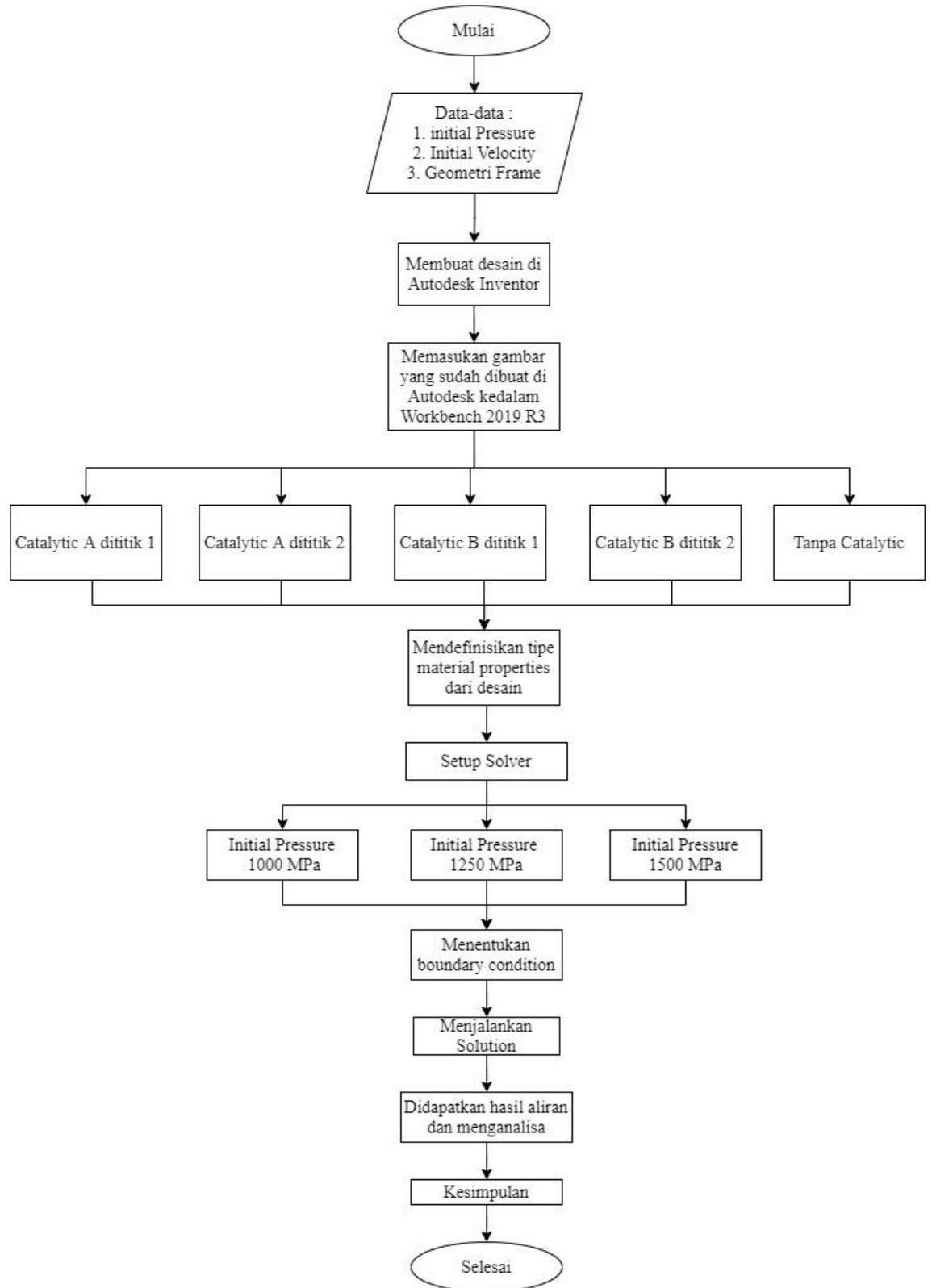
3. Data Pengolahan

Data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah agar dapat digunakan dalam penelitian.

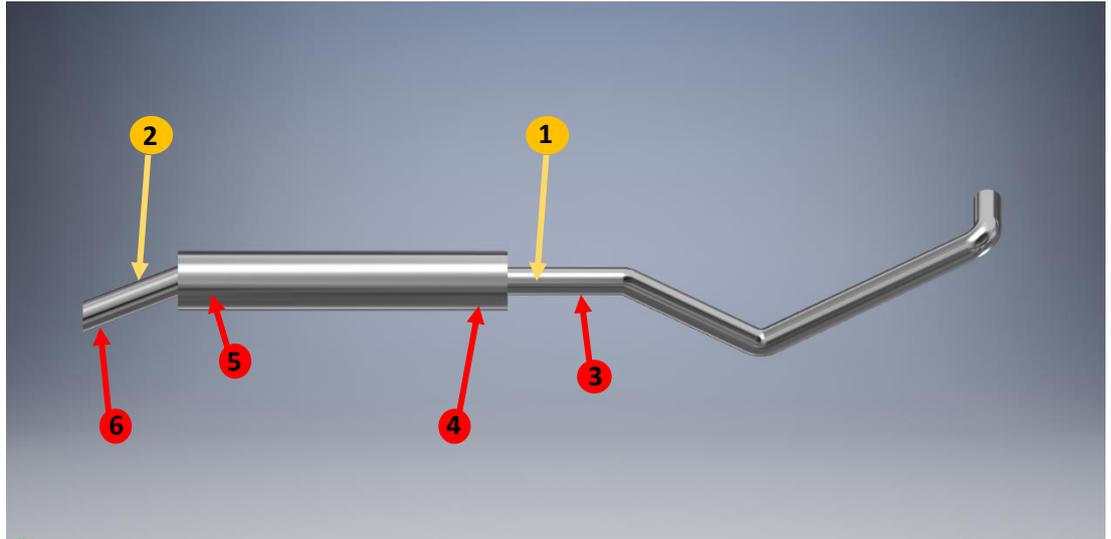
a. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Desain *Catalytic Converter*.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah *initial Pressure dan initial Velocity*
3. Variable terkontrol yang digunakan adalah Simulasi Desain knalpot tanpa *catalytic converter*.

b. Diagram Alir



c. Skema penelitian dan Pengambilan data



Gambar 3.7 Skema pengambilan data

Keterangan gambar 3.7:

- 1 : Titik posisi penempatan *catalytic converter* 1
- 2 : Titik posisi penempatan *catalytic converter* 2
- 3 : Titik Pengambilan data a
- 4 : Titik pengambilan data b
- 5 : Titik pengambilan data c
- 6 : Titik pengambilan data d

1. Skema yang dilakukan pada penelitian ini akan digambarkan sebagai berikut :
 - Percobaan 1 adalah *Catalytic converter* A yang posisinya berada di posisi 1
 - Percobaan 2 adalah *Catalytic converter* A yang posisinya berada di posisi 2
 - Percobaan 3 adalah *Catalytic converter* B yang posisinya berada di posisi 1
 - Percobaan 4 adalah *Catalytic converter* B yang posisinya berada di posisi 2
 - Percobaan 5 adalah Knlapot tanpa *catalytic converter*

2. Titik pengambilan data adalah titik yang diletakan sebelum dan sesudah *catalytic converter* untuk mengukur selisih dari kecepatan dan tekanan gas buang.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

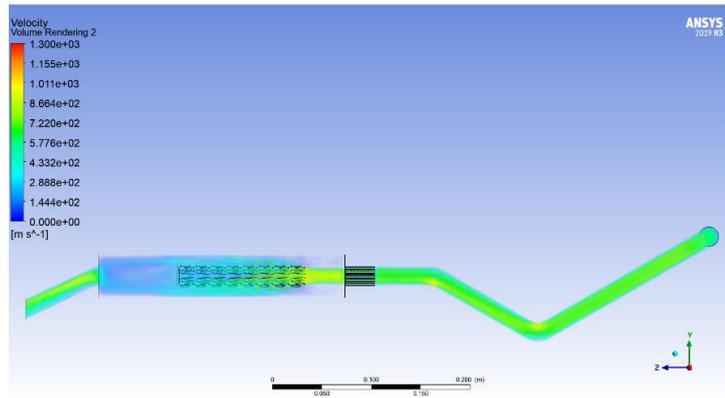
4.1 Hasil

4.1.1 Velocity

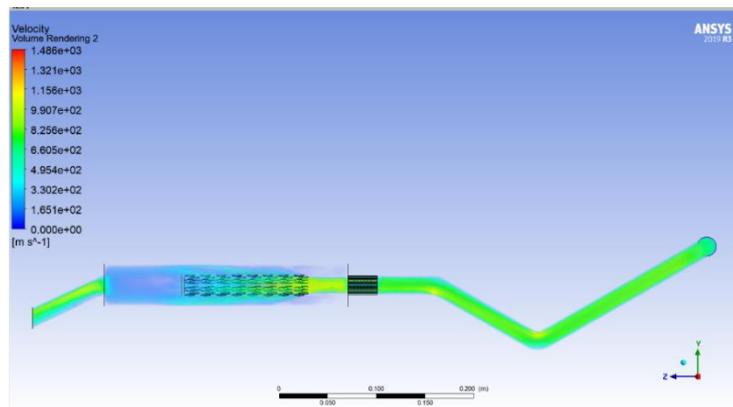
Tabel 4.1 Tabel Pengamatan *Velocity* dalam satuan KPa

Percobaan	Jenis Catalytic	Penempatan	Initial Velocity	Velocity (Km/J)		
				Minimal	Average	Maximal
1	Catalytic converter A	Titik 1	1000	518 s/d 1036	2077 s/d 2599	3639 s/d 4158
			1250	594 s/d 1188	2376 s/d 2970	3564 s/d 4161
			1500	648 s/d 1299	2602 s/d 3254	3906 s/d 4557
2	Catalytic converter A	Titik 2	1000	504 s/d 1015	2026 s/d 2534	3549 s/d 4057
			1250	576 s/d 1152	2304 s/d 2880	3459 s/d 4395
			1500	630 s/d 1260	2520 s/d 3153	3783 s/d 4413
3	Catalytic converter B	Titik 1	1000	464 s/d 932	1864 s/d 2329	3733 s/d 4197
			1250	525 s/d 1054	2113 s/d 2642	3700 s/d 4230
			1500	583 s/d 1170	2344 s/d 2930	4104 s/d 4687
4	Catalytic converter B	Titik 2	1000	504 s/d 1011	2023 s/d 2530	3542 s/d 4050
			1250	586 s/d 1173	2350 s/d 2941	3528 s/d 4118
			1500	651 s/d 1303	2606 s/d 3258	4564 s/d 5216
5	Tanpa Catalytic converter	-	1000	543 s/d 1090	2181 s/d 2728	3823 s/d 4366
			1250	619 s/d 1238	2476 s/d 3096	3751 s/d 4334
			1500	676 s/d 1364	2732 s/d 3416	4100 s/d 4784

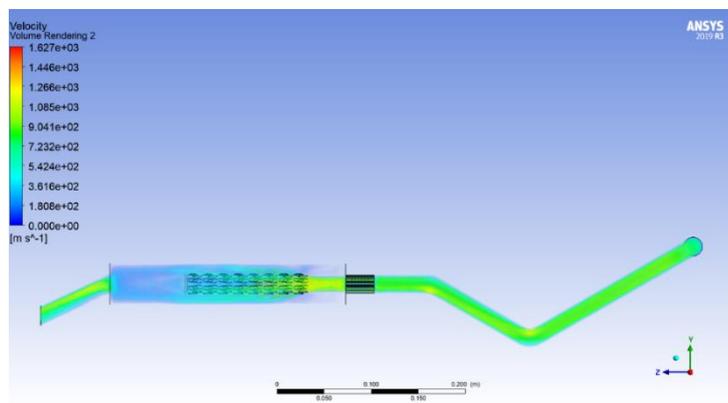
4.1.1.2 Hasil Simulasi *Velocity* Percobaan 1



Gambar 4.1 *initial velocity* 1000 KPa



Gambar 4.2 *initial velocity* 1250 KPa

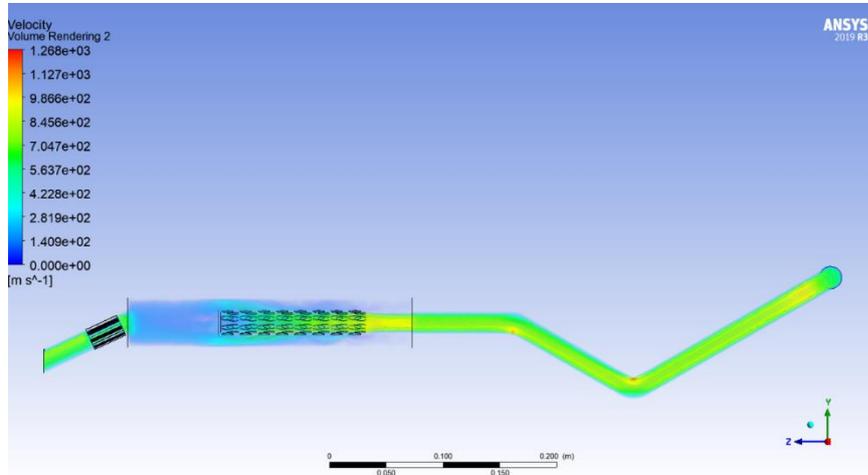


Gambar 4.3 *Initial velocity* 1500 KPa

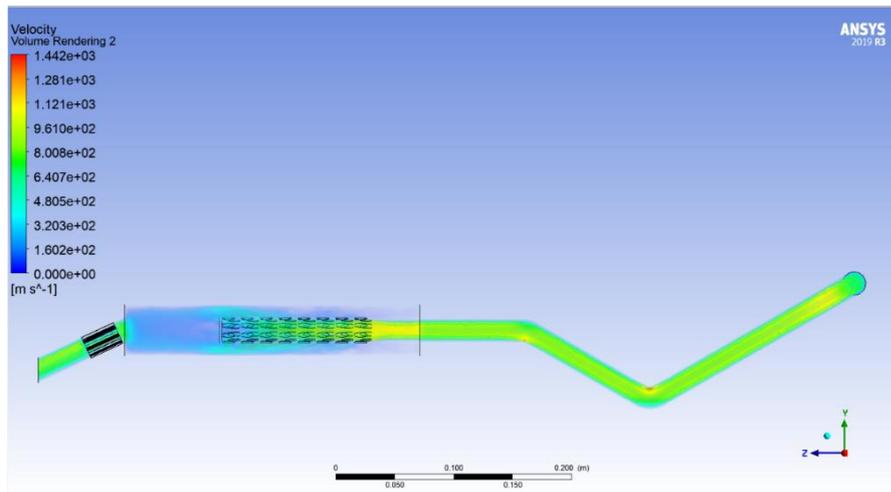
Hasil yang didapatkan pada Percobaan 1, yaitu posisi *catalytic converter* A sebelum silencer knalpot (titik peletakan 1) dengan memvariasikan *initial velocity* 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa.. Rata-rata hasil yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 2077 s/d 2599 Km/J,

1250 KPa adalah 2376 s/d 2970 Km/J dan 1500 KPa adalah 2602 s/d 3254. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*

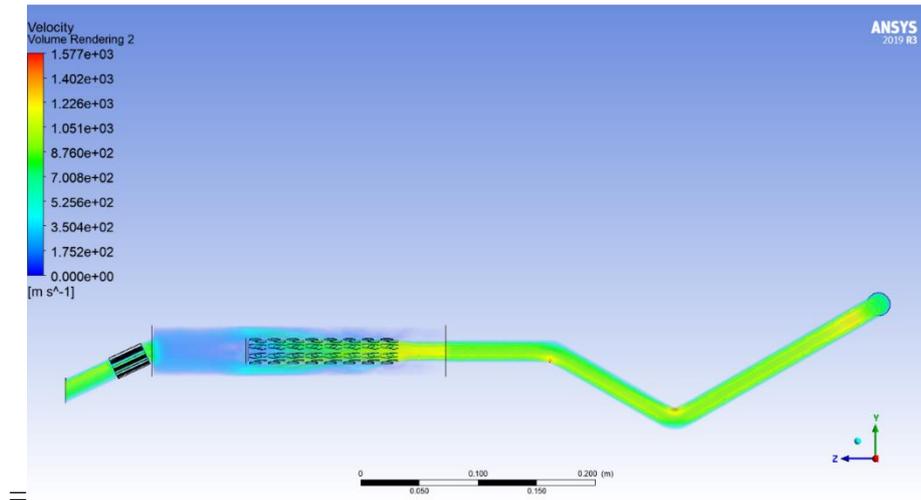
4.1.1.3 Hasil Simulasi *Velocity* Percobaan 2



Gambar 4.4 *Initial velocity* 1000 KPa



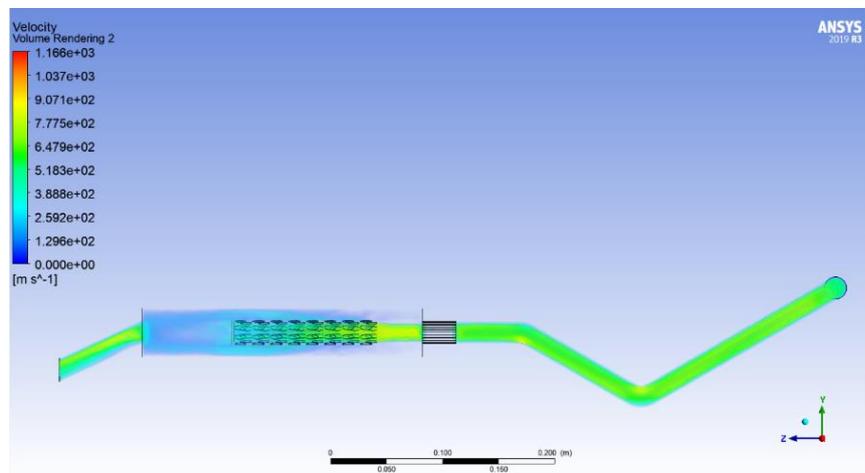
Gambar 4.5 *initial velocity* 1250 KPa



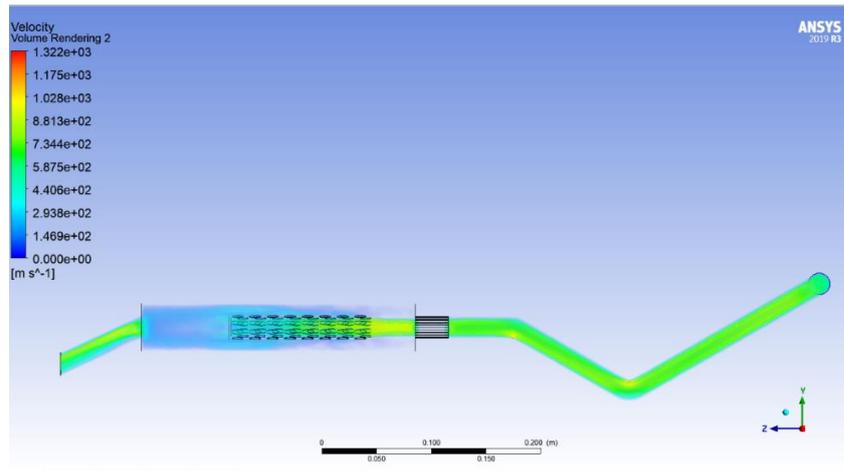
Gambar 4.6 *Initial velocity* 1500 KPa

Hasil yang didapatkan pada Percobaan 2, yaitu posisi *catalytic converter* A setelah *mufflifer* knalpot (titik peletakan 2) dengan memvariasikan *initial velocity* 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa.. Rata-rata hasil yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 2026 s/d 2534 Km/J, 1250 KPa adalah 2304 s/d 2880 Km/J dan 1500 KPa adalah 2520 s/d 3153 Km/J. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*.

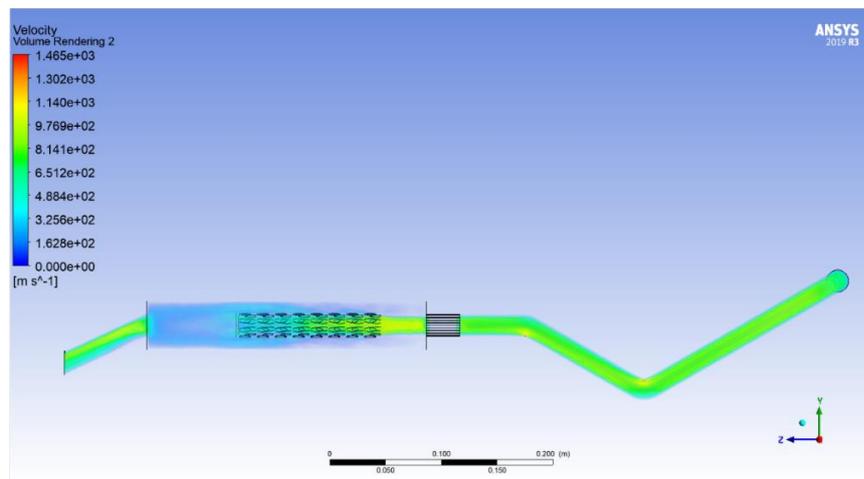
4.1.1.4 Hasil Simulasi *Velocity* Percobaan 3



Gambar 4.7 *Initial velocity* 1000 KPa



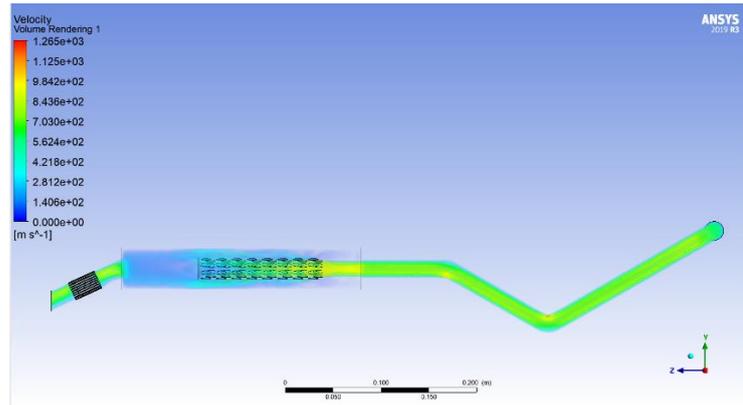
Gambar 4.8 *Initial velocity* 1250 KPa



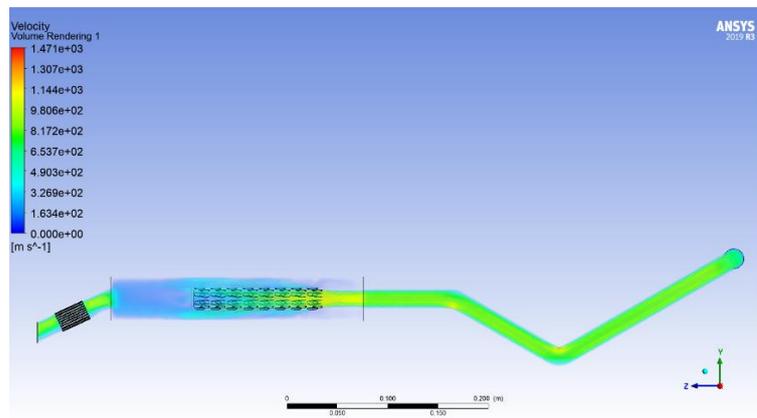
Gambar 4.9 *Initial velocity* 1500 KPa

Hasil yang didapatkan pada Percobaan 3, yaitu posisi *catalytic converter* A sebelum silencer knalpot (titik peletakan 1) dengan memvariasikan *initial velocity* 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa.. Rata-rata hasil yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 1864 s/d 2329 Km/J, 1250 KPa adalah 2113 s/d 2642 Km/J dan 1500 KPa adalah 2344 s/d 2930 Km/J. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*.

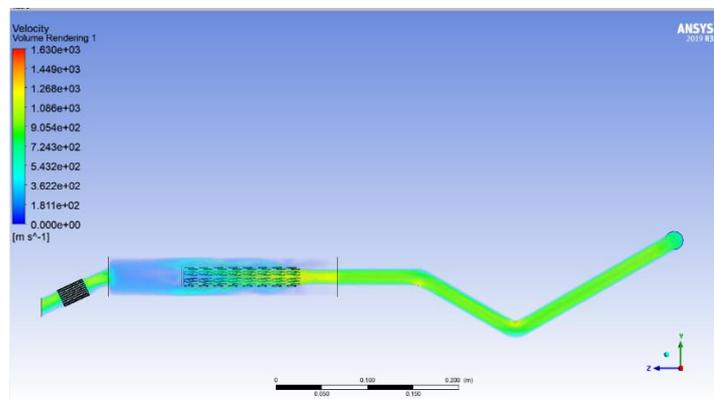
4.1.1.5 Hasil Simulasi *Velocity* Percobaan 4



Gambar 4.10 *Initial velocity* 1000 KPa



Gambar 4.11 *Initial velocity* 1250 KPa



Gambar 4.12 *Initial velocity* 1500 KPa

Hasil yang didapatkan pada Percobaan 4, yaitu posisi *catalytic converter* A setelah *mufflifer* knalpot (titik peletakan 2) dengan memvariasikan *initial*

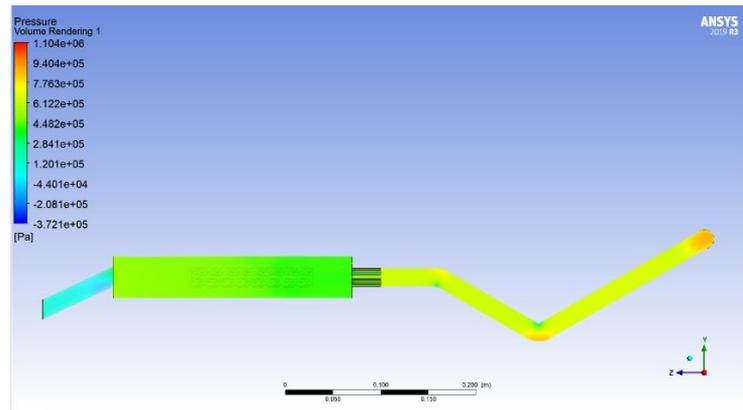
velocity 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa.. Rata-rata hasil yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 2023 s/d 2530 Km/J, 1250 KPa adalah 2350 s/d 2941 Km/J dan 1500 KPa adalah 2606 s/d 3258 Km/J. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*.

4.1.2 Simulasi *Pressure*

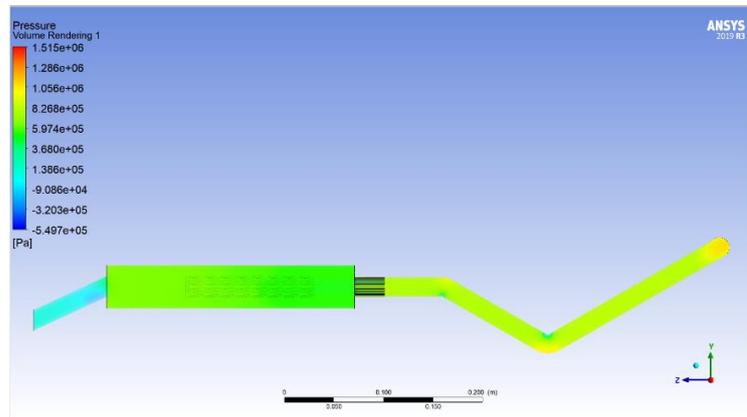
Tabel 4.2 Tabel Pengamatan *Pressure* dalam satuan KPa

Percobaan	Jenis Catalytic	Penempatan	Initial Velocity (KPa)	Velocity (KPa)		
				Min	Avrg	Max
1	<i>Catalytic converter A</i>	Titik 1	1000	120 s/d 284	612 s/d 776	776 s/d 940
			1250	138 s/d 368	597 s/d 826	826 s/d 1056
			1500	116 s/d 369	623 s/d 876	876 s/d 1130
2	<i>Catalytic converter A</i>	Titik 2	1000	80 s/d 212	607 s/d 738	738 s/d 870
			1250	36 s/d 210	559 s/d 733	907 s/d 1082
			1500	74 s/d 278	686 s/d 890	1095 s/d 1299
3	<i>Catalytic converter B</i>	Titik 1	1000	118 s/d 260	543 s/d 685	872 s/d 969
			1250	108 s/d 290	652 s/d 834	1016 s/d 1197
			1500	94 s/d 315	759 s/d 980	1202 s/d 1424
4	<i>Catalytic converter B</i>	Titik 2	1000	82 s/d 216	617 s/d 751	751 s/d 885
			1250	201 s/d 202	743 s/d 923	923 s/d 1104
			1500	214 s/d 436	878 s/d 1100	1100 s/d 1321
5	Tanpa <i>Catalytic converter</i>	-	1000	89 s/d 246	560 s/d 717	717 s/d 874
			1250	75 s/d 278	684 s/d 886	886 s/d 1090
			1500	65 s/d 313	809 s/d 1057	1057 s/d 1305

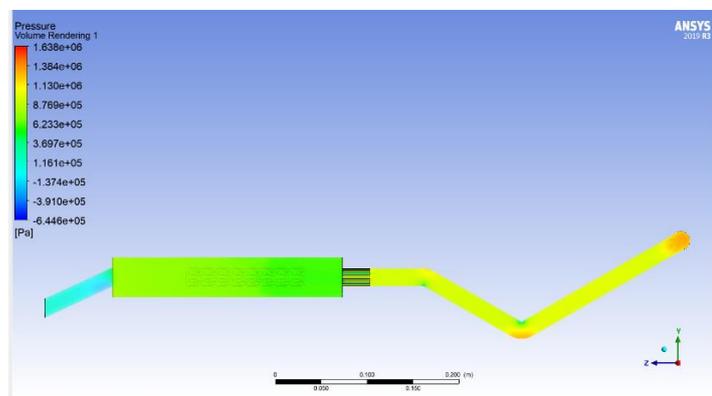
4.1.2.1 Hasil simulasi *pressure* percobaan 1



Gambar 4.13 *Initial velocity* 1000 KPa



Gambar 4.14 *Initial velocity* 1250 KPa

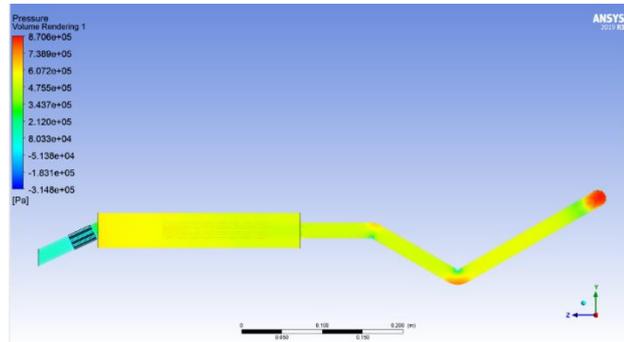


Gambar 4.15 *Initial velocity* 1500 KPa

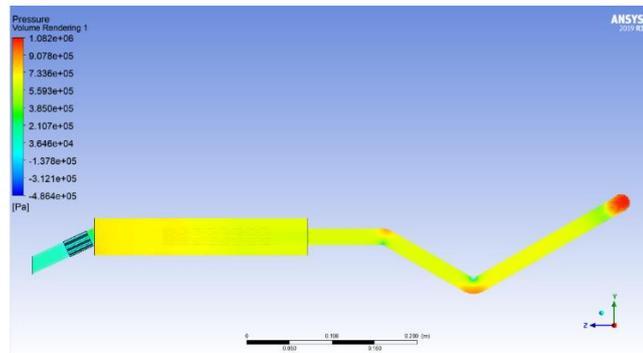
Hasil yang didapatkan pada Percobaan 1, yaitu posisi *catalytic converter* A sebelum silencer knalpot (titik peletakan 1) dengan memvariasikan *initial*

velocity 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa.. Rata-rata hasil yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 2077 s/d 2599 KPa, 1250 KPa adalah 2376 s/d 2970 KPa dan 1500 KPa adalah 2602 s/d 3254 KPa. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*.

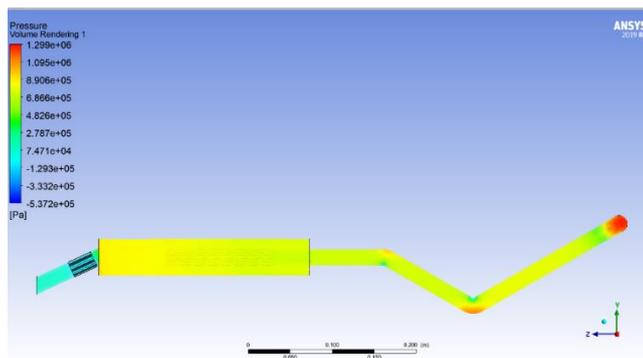
4.1.2.2 Hasil simulasi *pressure* percobaan 2



Gambar 4.16 *Initial velocity* 1000 KPa



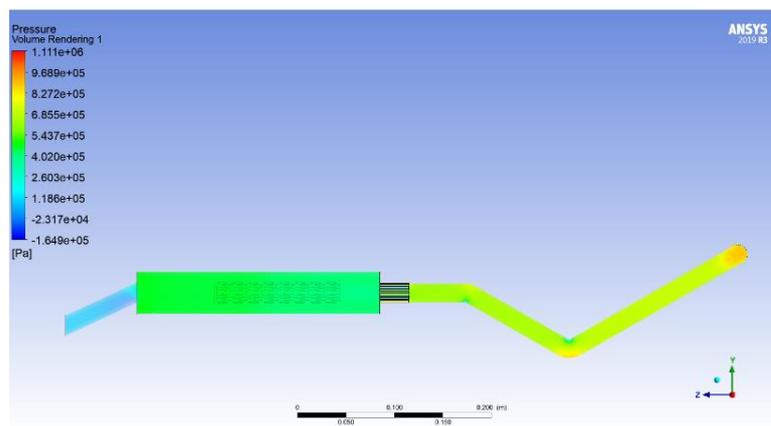
Gambar 4.17 *Initial velocity* 1250 KPa



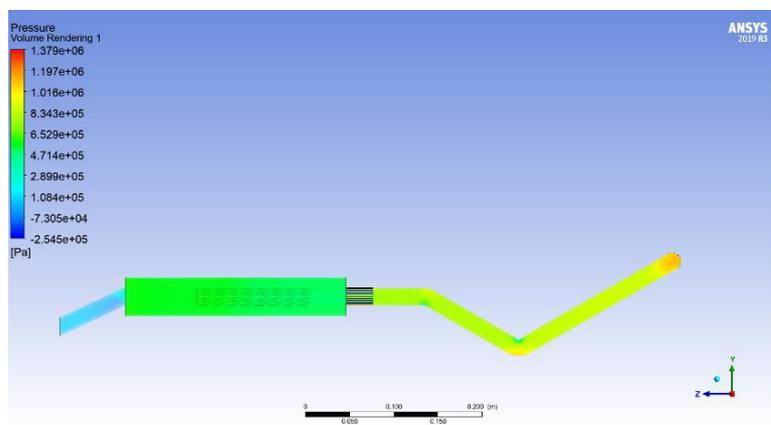
Gambar 4.18 *Initial velocity* 1500 KPa

Hasil yang didapatkan pada Percobaan 2, yaitu posisi *catalytic converter* A setelah *mufflifer* knalpot (titik peletakan 2) dengan memvariasikan *initial velocity* 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa. Rata-rata hasil nilai yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 612 s/d 776 KPa, 1250 KPa adalah 597 s/d 826 KPa dan 1500 KPa adalah 623 s/d 876 KPa. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*.

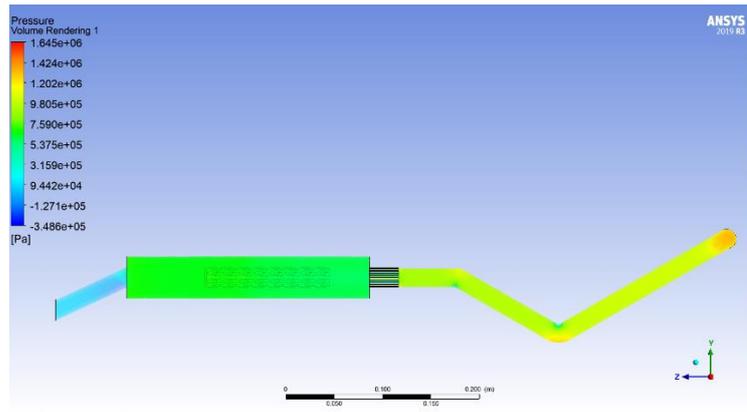
4.1.2.3 Hasil simulasi *pressure* percobaan 3



Gambar 4.19 *Initial velocity* 1000 KPa



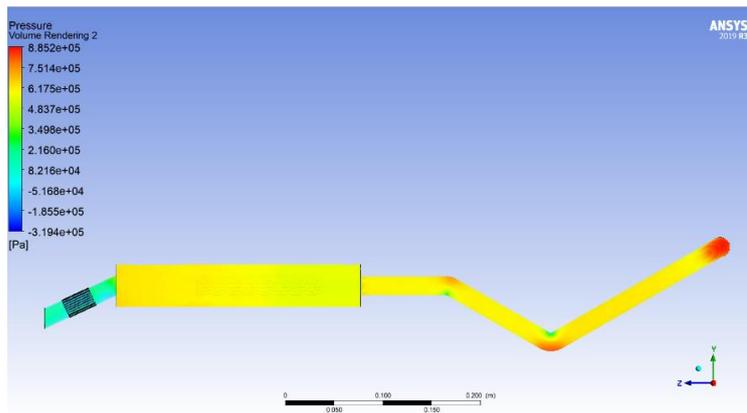
Gambar 4.20 *Initial velocity* 1250 KPa



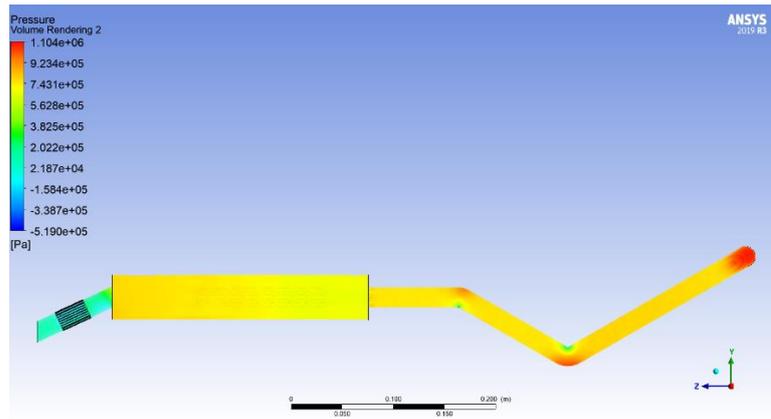
Gambar 4.21 *Initial velocity* 1500 KPa

Hasil yang didapatkan pada Percobaan 3, yaitu posisi *catalytic converter* A sebelum silincer knalpot (titik peletakan 1) dengan memvariasikan *initial velocity* 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa.. Rata-rata hasil nilai yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 1864 s/d 2329 Km/J, 1250 KPa adalah 2113 s/d 2642 Km/J dan 1500 KPa adalah 2344 s/d 2930 Km/J. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*.

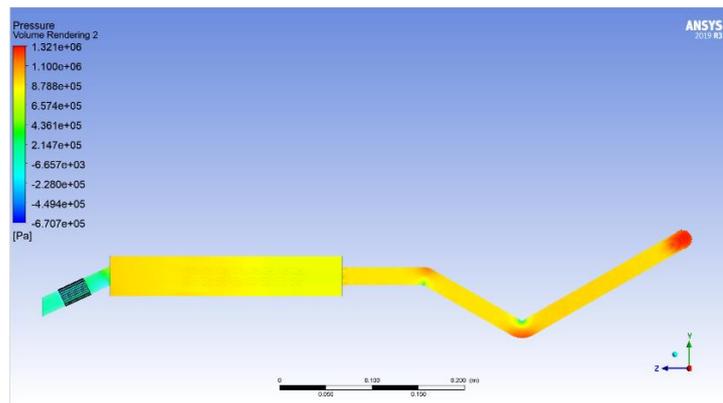
4.1.2.3 Hasil simulasi *pressure* percobaan 4



Gambar 4.22 percobaan *Initial velocity* 1000 KPa



Gambar 4.23 *Initial velocity* 1250 KPa

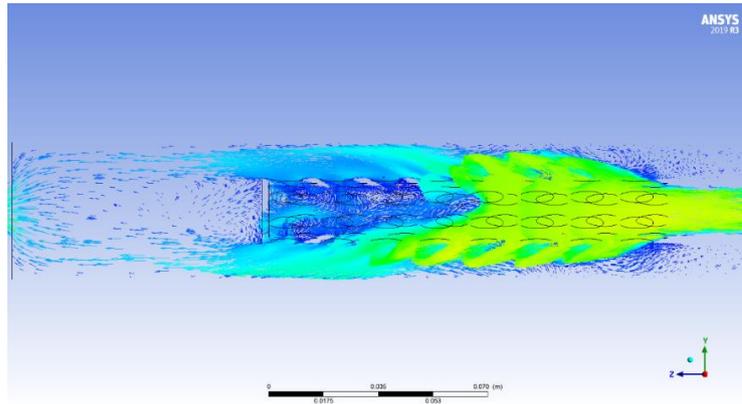


Gambar 4.24 *Initial velocity* 1500 KPa

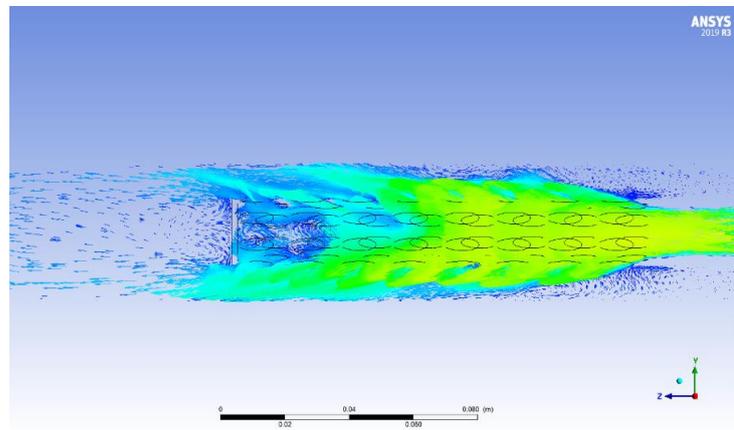
Hasil yang didapatkan pada Percobaan 4, yaitu posisi *catalytic converter* B setelah *mufflifer* knalpot (titik peletakan 2) dengan memvariasikan *initial velocity* 1000 KPa, 1250 KPa, dan 1500 KPa.. Rata-rata hasil nilai yang didapatkan adalah pada *initial velocity* 1000 KPa adalah 617 s/d 751 KPa, 1250 KPa adalah 743 s/d 923 Km/J dan 1500 KPa adalah 878 s/d 1100 Km/J. Pada ketiga percobaan tidak ada hambatan kecepatan gas buang yang besar seperti percobaan tanpa *catalytic converter*.

4.1.2 Jenis Aliran

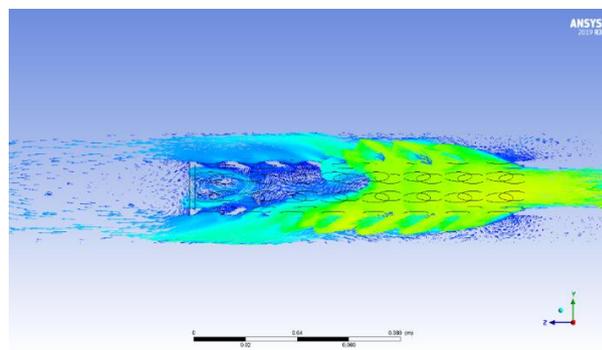
4.1.2.1 Jenis Aliran Pada Percobaan 1



Gambar 4.25 *initial velocity* 1000 KPa



Gambar 4.26 *Initial velocity* 1250 KPa

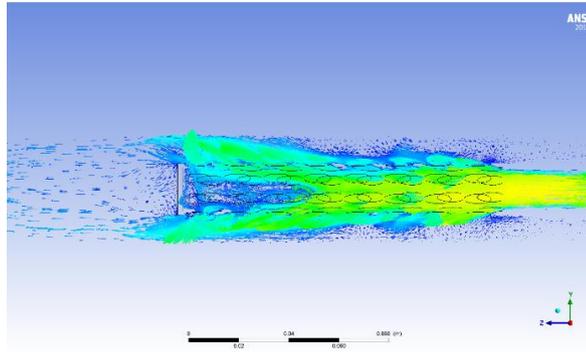


Gambar 4.27 *Initial velocity* 1500 KPa

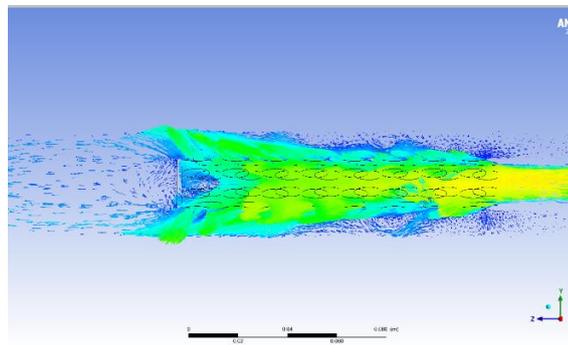
Pada simulasi meletakkan *catalytic converter* A sebelum silicer knalpot. Tergambar bahwa aliran turbulen terjadi pada semua variasi *initial velocity*. Aliran gas buang

turbulen masih dapat ditoleransi karena aliran udara dapat tersalurkan dengan baik hingga keluar knalpot.

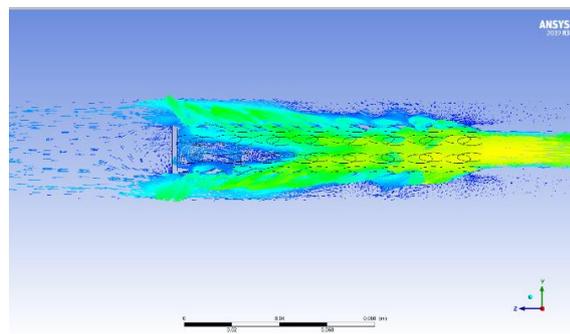
4.1.2.2 Jenis Aliran Pada Percobaan 2



Gambar 4.28 Jenis Aliran pada percobaan 2 dengan *initial pressure* 1000 KPa



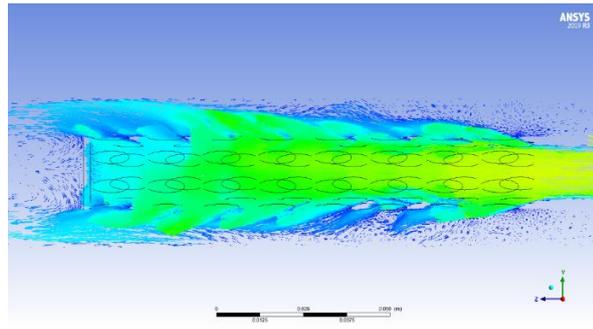
Gambar 4.29 Jenis Aliran pada percobaan 2 dengan *initial pressure* 1250 KPa



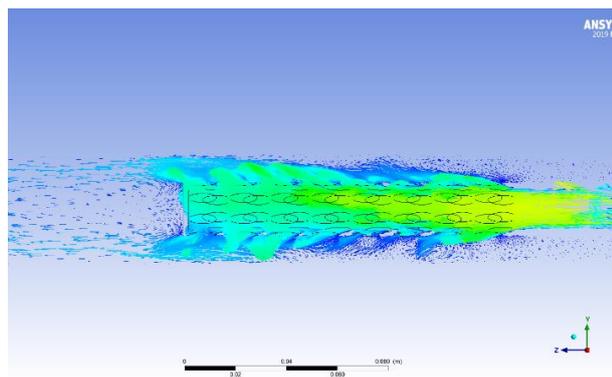
Gambar 4.30 Jenis Aliran percobaan 2 dengan *initial pressure* 1500 KPa

Pada simulasi meletakkan *catalytic converter* A setelah *mufflifer* knalpot. Tergambar bahwa aliran turbulen terjadi pada semua variasi *initial velocity*. Aliran gas buang turbulen masih dapat ditoleransi karena aliran udara dapat tersalurkan dengan baik hingga keluar knalpot.

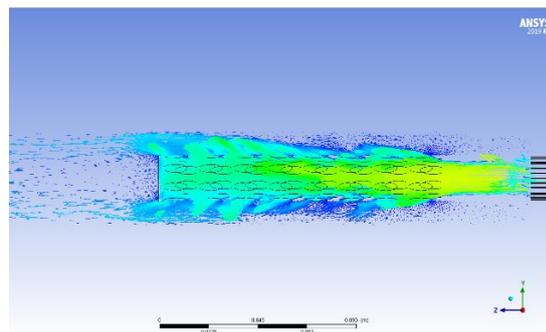
4.1.2.3 Jenis Aliran Pada Percobaan 3



Gambar 4.31 Jenis Aliran percobaan 3 dengan *initial pressure* 1000 KPa



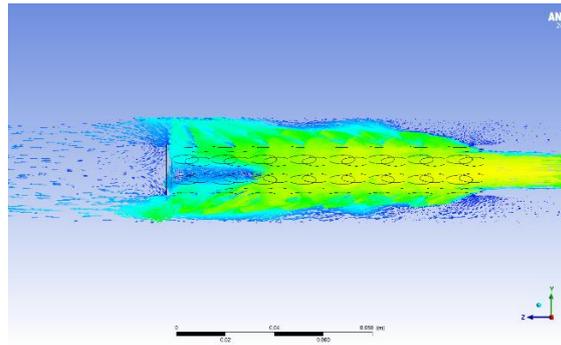
Gambar 4.32 Jenis Aliran pada percobaan 3 dengan *initial pressure* 1250KPa



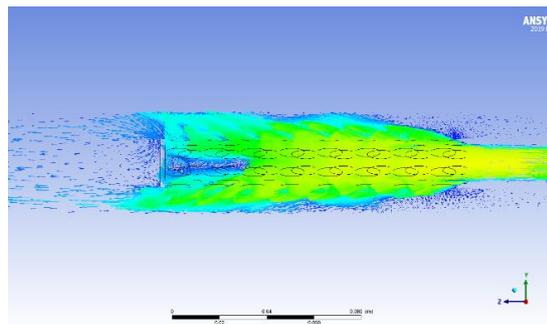
Gambar 4.33 Jenis Aliran percobaan 3 dengan *initial pressure* 1500 KPa

Pada simulasi meletakkan *catalytic converter* B sebelum badan knalpot. Tergambar bahwa aliran turbulen sangat sedikit terjadi pada semua variasi *initial velocity*. Aliran gas buang turbulen masih dapat ditoleransi karena aliran udara dapat tersalurkan dengan baik hingga keluar knalpot.

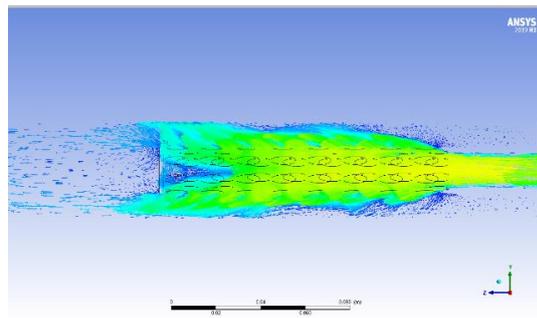
4.1.2.4 Jenis Aliran Pada Percobaan 3



Gambar 4.34 Jenis Aliran percobaan 4 dengan *initial pressure* 1000 KPa



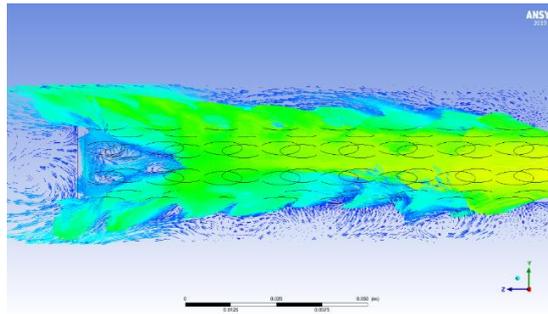
Gambar 4.35 Jenis Aliran percobaan 4 dengan *initial pressure* 1250 KPa



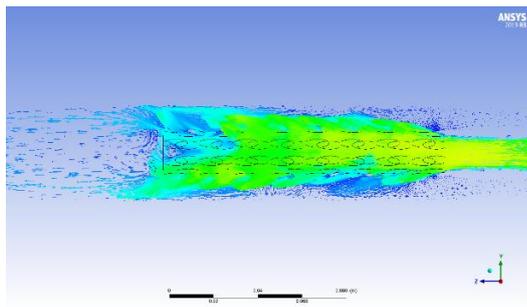
Gambar 4.36 Jenis Aliran pada percobaan 4 dengan *initial pressure* 1500 KPa

Pada simulasi ini meletakkan *catalytic converter B* setelah *mufflifer* knalpot. Tergambar bahwa aliran turbulen terjadi pada semua variasi *initial velocity*. Aliran gas buang turbulen masih dapat ditoleransi karena aliran udara dapat tersalurkan dengan baik hingga keluar knalpot.

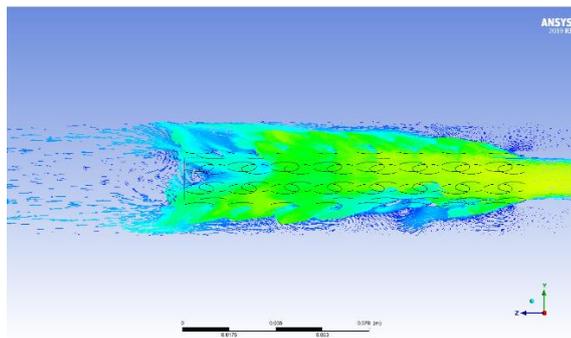
4.1.2.5 Jenis Aliran Pada Percobaan 4



Gambar 4.37 Jenis Aliran pada percobaan 5 dengan *initial pressure* 1000 KPa



Gambar 4.38 Jenis aliran pada percobaan 5 dengan *initial pressure* 1250 KPa



Gambar 4.39 Jenis Aliran pada percobaan 5 dengan *initial pressure* 1500 KPa
Pada simulasi ini tidak meletakkan pada knalpot. Tergambar bahwa aliran turbulen juga terjadi pada semua variasi *initial velocity*.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh letak katalitic terhadap aliran dan tekanan udara.

Untuk mengetahui pengaruh dari letak *Catalytic converter* terhadap aliran dan tekanan maka dilakukan perbandingan hasil pengukuran kecepatan aliran dan tekanan antara percobaan dengan *Catalytic converter* dan tanpa *Catalytic converter*. Percobaan 5 akan menjadi acuan pada hasil data tekanan dan kecepatan aliran. Pada simulasi ini hanya digunakan *initial velocity* 1500 KPa.

Dari hasil percobaan simulasi didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.3 Perbandingan data *velocity* pada titik penelitian dalam satuan KPa

Titik	Percobaan				
	1	2	3	4	5
A	1101	-	1015	-	1177
B	990	-	845	-	1177
C	-	557	-	442	534
D	-	1226	-	995	1284

Pada tabel diatas didapatkan bahwa pada setiap percobaan, kecepatan akan berkurang ketika melewati *catalytic converter*. Pada perbandingannya akan dikelompokan sesuai dengan peletakannya, percobaan 1 dibandingkan dengan percobaan 3 dan percobaan 2 dibandingkan dengan percobaan 4.

Pada Perbandingan antara percobaan 1 dengan 3, didapatkan bahwa selisih kecepatannya setelah melewati *catalytic converter* pada percobaan 1 adalah 111 m/s sedangkan pada percobaan 3 selisih kecepatan setelah melewati *catalytic converter* adalah 170 m/s. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa percobaan 1 adalah percobaan yang lebih baik dari segi kecepatan yang artinya tidak terlalu menghambat laju aliran. Perbandingan antara percobaan 2 dengan 4, didapatkan bahwa selisih kecepatannya setelah melewati *catalytic converter* pada percobaan 2 adalah 669 m/s sedangkan pada percobaan 4 selisih kecepatan setelah melewati *catalytic converter* adalah 553 m/s.

Dari kedua perbandingan tersebut dapat dikatakan bahwa percobaan 1 adalah percobaan yang lebih baik dari segi kecepatan dan lebih mendekati data kecepatan aliran dari percobaan 5.

Tabel 4.4 Perbandingan data *Velocity* pada titik penelitian

Titik	Percobaan				
	1	2	3	4	5
A	926	-	954	-	741
B	793	-	772	-	741
C	-	1110	-	1145	1002
D	-	160	-	198	88

Pada tabel diatas didapatkan bahwa pada setiap percobaan, Tekanan akan berkurang ketika melewati *catalytic converter*. Perbandingan data akan dikelompokan sesuai dengan peletakannya, percobaan 1 dibandingkan dengan percobaan 3 dan percobaan 2 dibandingkan dengan percobaan 4. Pada Perbandingan antara percobaan 1 dengan 3, didapatkan bahwa selisih tekanan setelah melewati *catalytic converter* pada percobaan 1 adalah 950 KPa sedangkan pada percobaan 3 selisih tekanan setelah melewati *catalytic converter* adalah 182 KPa. Sedangkan untuk percobaan 2 menghasilkan selisih tekanan 950 KPa dan percobaan 4 menghasilkan selisih 947 KPa.

Berdasarkan perbandingan hasil selisih tersebut maka didapatkan bahwa percobaan 1 merupakan percobaan yang terbaik karena mendekati hasil dari percobaan 5.

3.4.1 Pengaruh desain katalitik terhadap kecepatan aliran gas buang

Untuk mengetahui pengaruh dari desain *Catalytic converter* terhadap aliran dan tekanan gas buang pada knalpot maka dilakukan perbandingan hasil pengukuran kecepatan aliran dan tekanan antara percobaan dengan *Catalytic converter* dan tanpa *Catalytic converter*. Percobaan 5 merupakan simulasi knalpot tanpa *catalytic converter* dan akan menjadi acuan pada hasil data tekanan dan kecepatan aliran.

Berikut merupakan tabel data perbandingan data *velocity* :

Tabel 4.5 Perbandingan data *Velocity* pada *initial pressure* 1000

	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Minimal	518 s/d 1036	504 s/d 1015	464 s/d 932	504 s/d 1011	543 s/d 1090
Average	2077 s/d 2599	2026 s/d 2534	1864 s/d 2329	2023 s/d 2530	2181 s/d 2728
Maximal	3639 s/d 4158	3549 s/d 4057	3733 s/d 4197	3542 s/d 4050	3823 s/d 4366

Tabel 4.6 Perbandingan data *Velocity* pada *initial pressure* 1250

	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Minimal	594 s/d 1188	576 s/d 1152	525 s/d 1054	586 s/d 1173	619 s/d 1238
Average	2376 s/d 2970	2304 s/d 2880	2113 s/d 2642	2350 s/d 2941	2476 s/d 3096
Maximal	3564 s/d 4161	3459 s/d 4395	3700 s/d 4230	3528 s/d 4118	3751 s/d 4334

Tabel 4.7 Perbandingan data *Velocity* pada *initial pressure* 1500

	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Minimal	648 s/d 1299	630 s/d 1260	583 s/d 1170	651 s/d 1303	676 s/d 1364
Average	2602 s/d 3254	2520 s/d 3153	2344 s/d 2930	2606 s/d 3258	2732 s/d 3416
Maximal	3906 s/d 4557	3783 s/d 4413	4104 s/d 4687	3682 s/d 4564	4100 s/d 4784

Pada perbandingan data kecepatan yang tertera dalam 3 tabel diatas menggambarkan bahwa kecepatan gas buang pada knalpot akan berkurang ketika di pasangkan *catalytic converter*. Berdasarkan tabel, desain *catalytic converter* terbaik yang hambatan kecepataannya tidak terlalu tinggi adalah pada percobaan 1 yaitu desain *catalytic converter A*.

Tabel 4.8 Perbandingan data *Pressure* pada *initial pressure* 1000 KPa

	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Minimal	120 s/d 284	80 s/d 212	118 s/d 260	82 s/d 216	89 s/d 246
Average	612 s/d 776	607 s/d 738	543 s/d 685	617 s/d 751	560 s/d 717
Maximal	776 s/d 940	738 s/d 870	872 s/d 969	751 s/d 885	717 s/d 874

Tabel 4.9 Perbandingan data *Pressure* pada *initial pressure* 1250 KPa

	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Minimal	138 s/d 368	36 s/d 210	108 s/d 290	201 s/d 202	75 s/d 278
Average	597 s/d 826	559 s/d 733	652 s/d 834	743 s/d 923	684 s/d 886
Maximal	826 s/d 1056	907 s/d 1082	1016 s/d 1197	923 s/d 1104	886 s/d 1090

Tabel 4.10 Perbandingan data *Pressure* pada *initial pressure* 1500 KPa

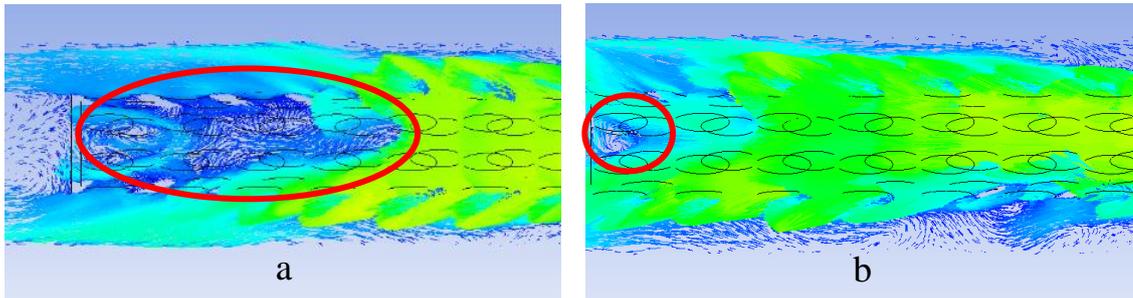
	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Minimal	116 s/d 369	74 s/d 278	94 s/d 315	214 s/d 436	65 s/d 313
Average	623 s/d 876	686 s/d 890	759 s/d 980	878 s/d 1100	809 s/d 1057
Maximal	876 s/d 1130	1095 s/d 1299	1202 s/d 1424	1100 s/d 1321	1057 s/d 1305

Pada perbandingan data kecepatan yang tertera dalam 3 tabel diatas menggambarkan bahwa tekanan gas buang pada knalpot akan berkurang ketika di pasangkn *catalytic converter*. Berdasarkan tabel, desain *catalytic converter* yang hambatannya tidak terlalu tinggi adalah pada percobaan 1 yaitu desain *catalytic converter A*.

4.2.3 Pengaruh *catalytic converter* terhadap jenis aliran

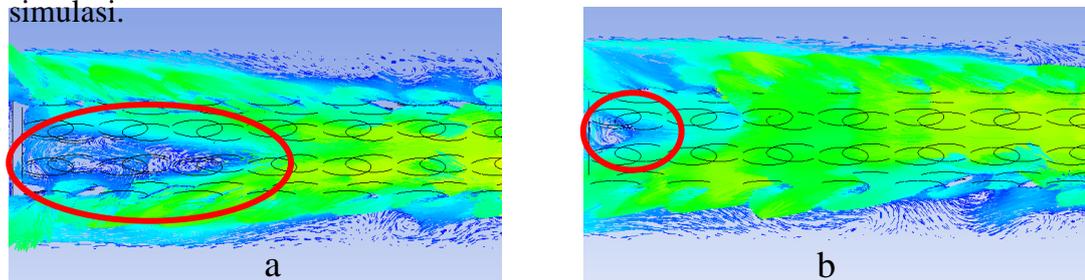
Untuk mengetahui pengaruh *catalytic converter* terhadap jenis aliran gas buang pada knalpot, maka dapat dianalisa melalui perbandingan gambar hasil simulasi. Semakin banyak turbulensi yang terjadi pada aliran gas buang tentunya

aliran akan semakin tidak lancar. Pada perbandingannya diambil pada gambar hasil simulasi menggunakan *initial velocity* 1500 KPa.



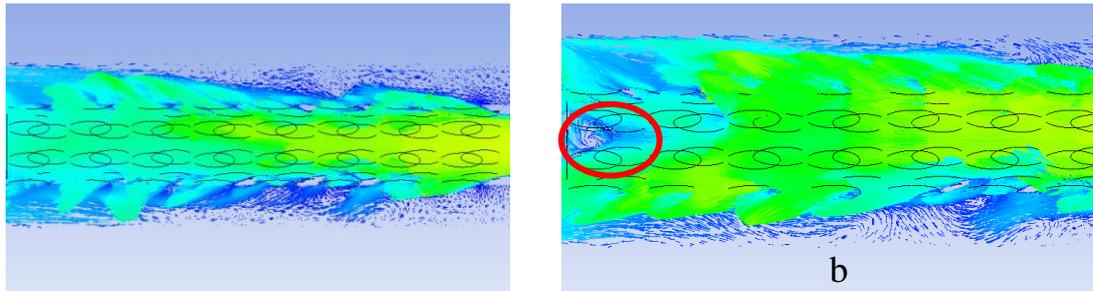
Gambar 4.18 perbandingan jenis aliran udara (a) percobaan 1
(b) percobaan 5

Pada percobaan 1 terlihat turbulensi yang besar dibandingkan dengan percobaan 5 yang hanya sedikit turbulensi pada aliran gas buang kenalpot. Dapat dikatakan bahwa percobaan 1 tidak terlalu bagus pada jenis aliran yang dihasilkan dalam simulasi.



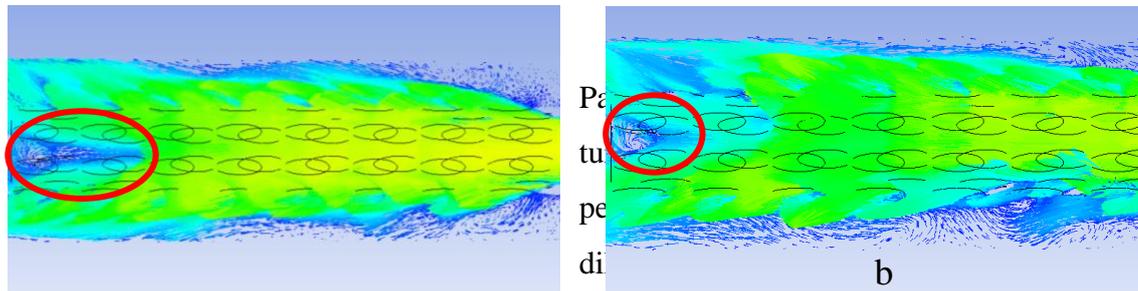
Gambar 4.1 perbandingan jenis aliran udara (a) percobaan 2
(b) percobaan 5

Pada percobaan 2 terlihat turbulensi yang besar dibandingkan dengan percobaan 5 yang hanya sedikit turbulensi pada aliran gas buang kenalpot. Namun turbulensi pada percobaan 2 tidak terlalu besar dibandingkan dengan percobaan 1. Dapat dikatakan bahwa percobaan 2 tidak terlalu baik pada jenis aliran yang dihasilkan dalam simulasi.



Gambar 4.19 perbandingan jenis aliran udara (a) percobaan 3
(b) percobaan 5

Pada percobaan 3 terlihat tidak ada turbulensi dibandingkan dengan percobaan 5 yang ada sedikit turbulensi pada aliran gas buang knalpot. Dapat dikatakan bahwa percobaan 3 baik pada jenis aliran yang dihasilkan dalam simulasi.



terlalu baik jika dibandingkan dengan percobaan 5 yang memiliki sedikit turbulensi pada jenis aliran yang dihasilkan dalam simulasi. Dari perbandingan data di atas dapat diketahui bahwa percobaan 3, yang menggunakan *Catalytic converter B* diposisi 1, merupakan percobaan yang terbaik.

4.2.3 Perbandingan Hasil Analisis

Desain *catalytic converter* yang berbeda dapat menghasilkan nilai *pressure*, *velocity*, dan jenis aliran gas buang yang berbeda-beda. Analisis yang dilakukan menggunakan software Ansys workbench R3 2019 menunjukkan nilai yang berbeda. Dengan membandingkan 2 desain *catalytic converter* yang berbeda dalam analisis ini bertujuan untuk mendapat desain *catalytic converter* terbaik dari segi distribusi aliran udara, tekanan gas buang rendah dan aliran gas buang turbulen yang dapat di tolerasi jika dibandingkan dengan hasil simulasi desain knalpot tanpa *catalytic converter*.

Hasil simulasi desain *catalytic converter* yang nilai tekanan (*velocity*), kecepatan (*velocity*), dan jenis alirannya memiliki selisih terdekat dengan hasil simulasi tanpa menggunakan *catalytic converter* adalah desain *catalytic converter* dengan rongga yang lebih besar yang penempatannya berada sebelum *silincer* knalpot.

BAB 5 Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari hasil simulasi dari beberapa percobaan, didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Jenis aliran yang terdapat sedikit turbulen dengan hasil simulasi tanpa hambatan, yaitu terdapat pada desain *catalytic converter* dengan rongga lebih rapat yang diposisikan mendekati awal datangnya gas buang.
2. Nilai Tekanan (*pressure*) yang paling rendah dengan hasil simulasi tanpa hambatan, yaitu terdapat pada desain *catalytic converter* yang rongga lebih besar diposisi Mendekati awal datangnya gas buang.
3. Nilai Kecepatan (*velocity*) gas buang terbaik dengan hasil simulasi tanpa hambatan, yaitu desain *catalytic converter* yang berongga besar diposisi mendekati awal datangnya gas buang.

5.2 Saran

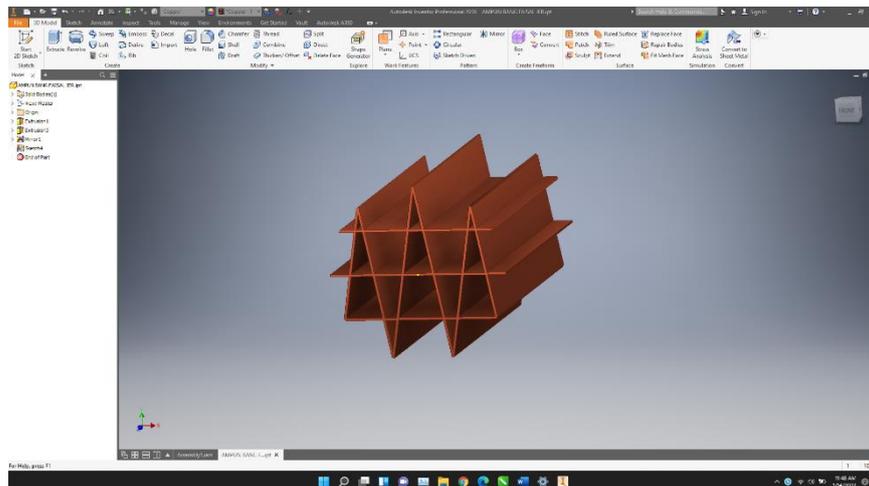
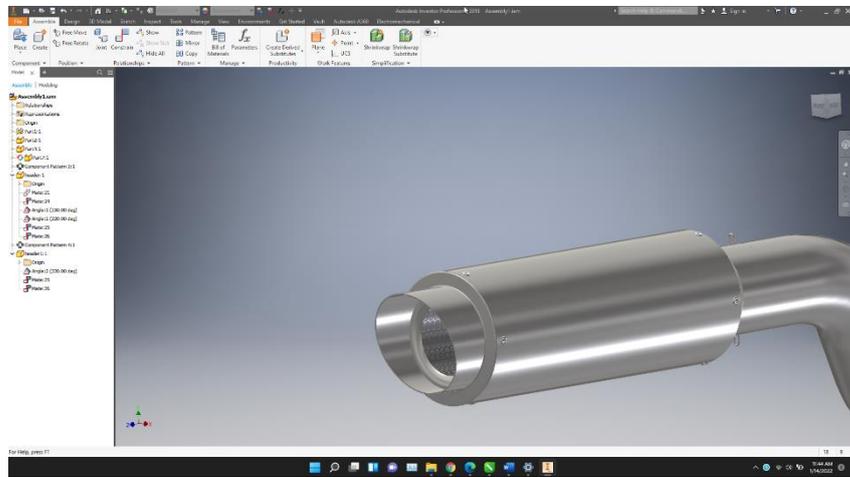
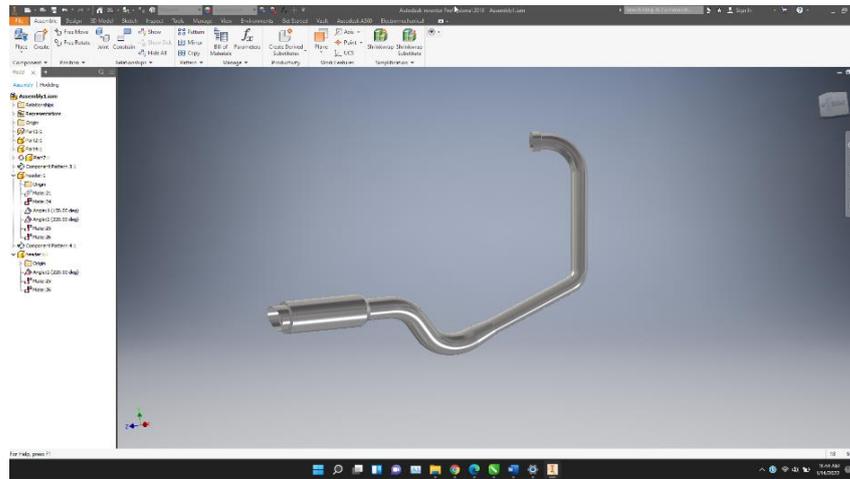
1. Desain *Catalytic converter* conveter dengan rongga lebih besar dapat menjadi acuan data untuk pemasangan pada knalpot mobil Antasari evo 1
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu di tambahkan variasi heat transfer
3. Penelitian ini bisa dilanjutkan pada tahap eksperimental

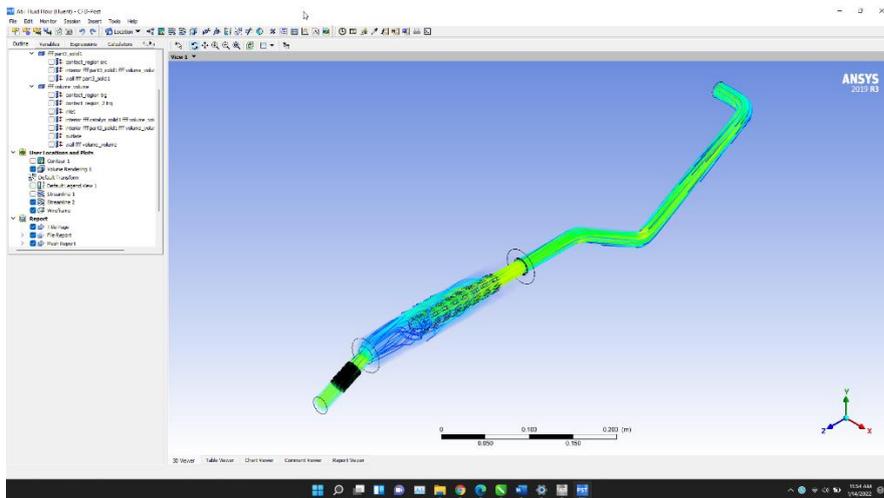
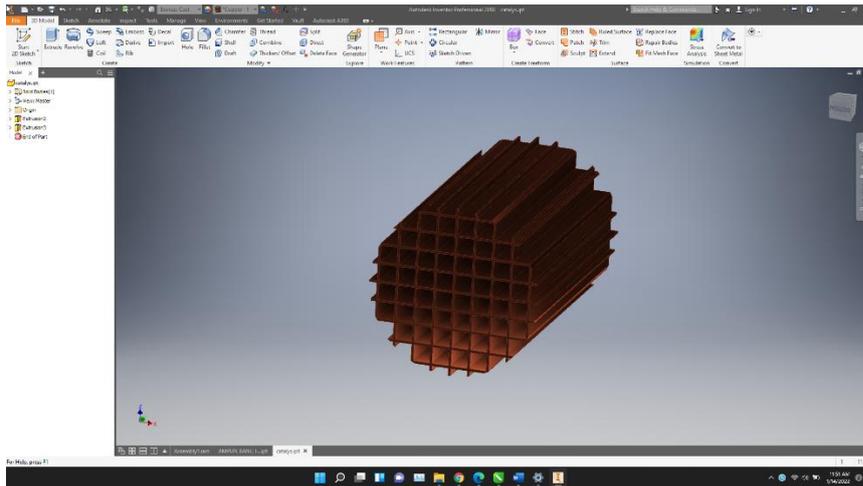
Daftar Pustaka

- Andi Sanata (2011). Pengaruh Diameter Pipa Saluran Gas Buang Tipe Straight Throw Muffler Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah
- Ali Mokhtar (2014). Catalytic Converter Jenis Katalis Plat Tembaga Berbentuk Sarang
- Faishal Hasal (2020). Penggunaan *Catalytic converter* Berbahan Tembaga Dengan Penambahan Teknologi SASS Terhadap Performa Sepeda Motor Satria Fu 150
- Harryndra Aufandi Rahardyan (2014). Analisa Aliran Gas Pada Pipa Pembuangan 1-DC-2 dan 1-DC-3
- Huei-Huang Lee (2017). Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 17
- Muh Septa Hendriyanto (2015). Analisa Struktur Rangka Mesin 3 In 1 Pembuat Kerupuk Sermier Dengan Menggunakan Software Ansys Workbench 14.0
- Sefnath J. Etwan Sarwuna (2020). Kajian Simulasi Pengaruh Tekanan Balik Gas Buang Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor Empat Langkah 135cc
- Al-Shemmeri, T. (2012). Engineering Fluid Mechanics. Ventus Publishin
- Awaludin, Wahyudi, S., & Widodo, A. S. (2014). Analisis Aliran Fluida Dua Fase (Udara-Air) Melalui Belokan. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(3), 223

LAMPIRAN

A. Dokumentasi Penelitian





1/14/22, 12:00 PM Catalytic A Titik 1

ANSYS

Title
Catalytic A Titik 1

Author
Abdan Syakura

Date
2021/11/03 17:16:35

Contents

[1. File Report](#)
[Table 1](#) File Information for FFF

[2. Mesh Report](#)
[Table 2](#) Mesh Information for FFF

[3. Air Pressure](#)
[Figure 1](#)
[Figure 2](#)

[4. Air Velocity](#)
[Figure 3](#)
[Figure 4](#)
[Figure 5](#)

file:///C:/Users/Lenovo/Documents/sKRIPSI/Ansys report/a.1.htm 1/8

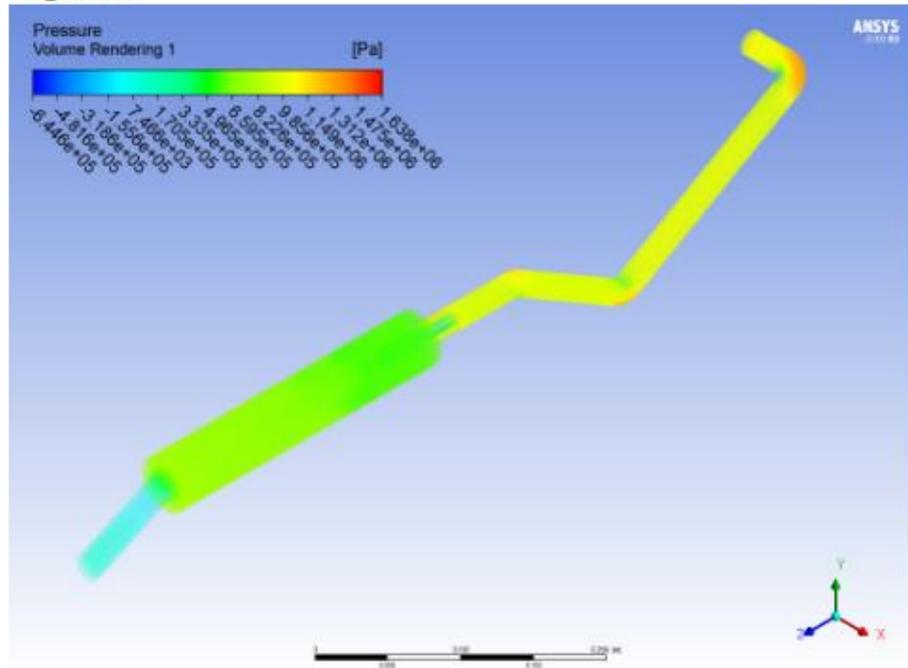
1. File Report

Table 1. File Information for FFF

Case	FFF
File Path	C:\Users\Lenovo\test catalytic A titik 1_files\dp0\FFF\Fluent\FFF-3-00035.dat.gz
File Date	05 January 2021
File Time	11:45:32 PM
File Type	FLUENT
File Version	19.5.0

3. Air Pressure

Figure 1.

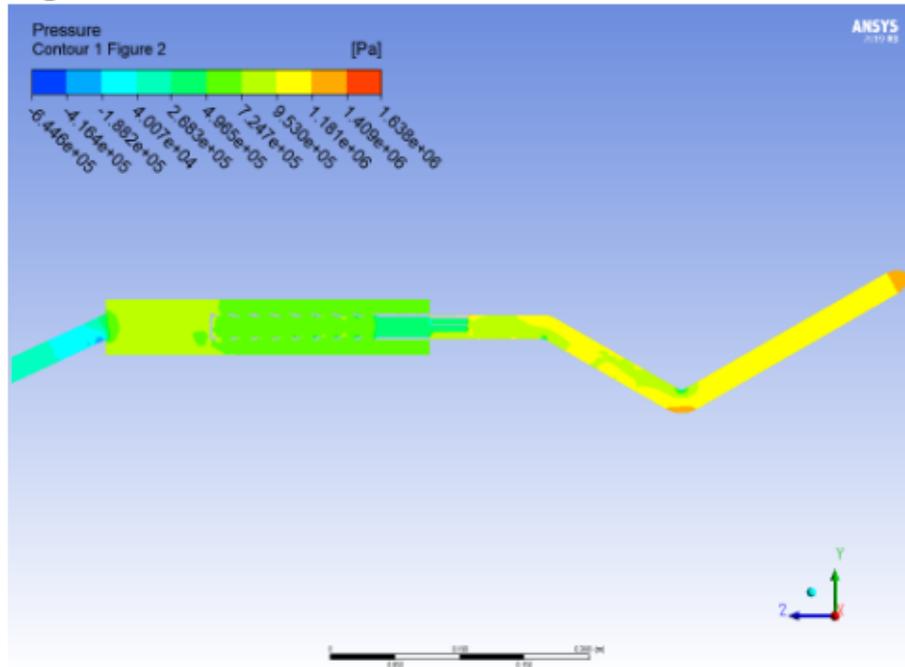


2. Mesh Report

Table 2. Mesh Information for FFF

Domain	Nodes	Elements
fff ampun_bang_faisal_jer_solid1	1480	1071
fff part3_solid1	89917	386895
fff volume_volume	257294	1364329
All Domains	348691	1752295

Figure 2.



4. Air Velocity

Figure 3.

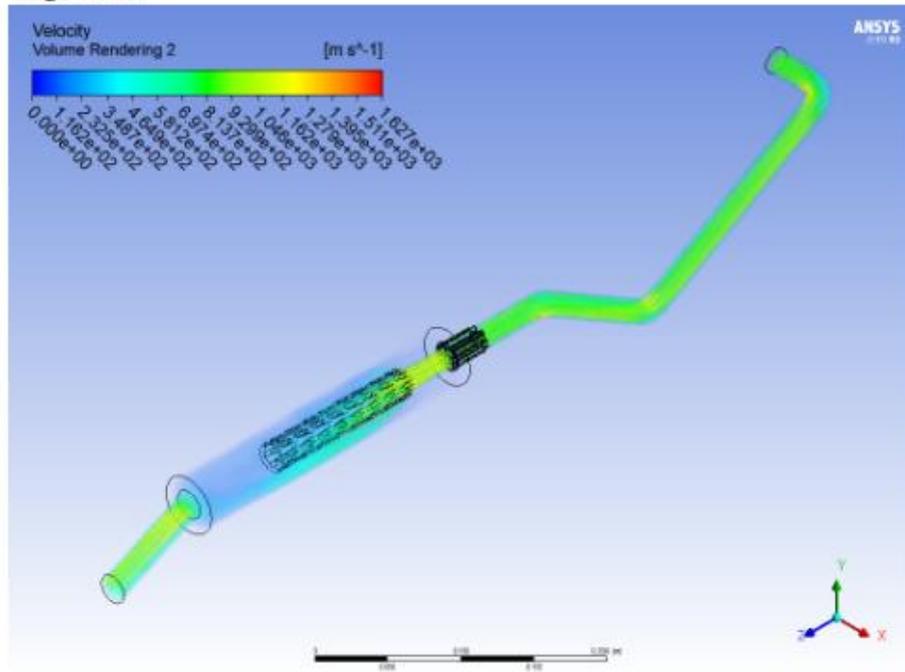


Figure 4.

