



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Bachelor Thesis – ME 141501

Analysis of Influence of Masks Flow on Intake Valve of Gas and Oil Fuel Engine Based Simulation

Student:

Mohammad Azzam Satriawansyah
04211440000097

Supervisor :

Prof. Semin ST. MT. Ph.D
Beny Cahyono ST. MT. Ph.D

BACHELOR DEGREE
DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Tugas Akhir – ME 141501

***Analisa Pengaruh Aliran Akibat Penambahan Jumlah *Mask*
Pada Air Intake Valve Gas-Oil Fuel Engine Berbasis Simulasi***

Mahasiswa:

Mohammad Azzam Satriawansyah
04211440000097

Pembimbing :

Prof. Semin ST. MT. Ph.D
Beny Cahyono ST. MT. Ph.D

PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

LEMBAR PENGESAHAN

**Analisa Pengaruh Aliran Akibat Penambahan Jumlah *Mask* Pada *Air Intake*
Valve Gas-Oil Fuel Engine Berbasis Simulasi**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine power plant* (MPP)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mohammad Azzam Satriawansyah
NRP. 0421144000097

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Semin ST. MT. Ph.D.
NIP 1971 0110 1997 02 1001

()

Beny Cahyono ST. MT. Ph.D
NIP 1979 0319 2008 01 1008

()

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

LEMBAR PENGESAHAN

**Analisa Pengaruh Aliran Akibat Penambahan Jumlah *Mask* Pada *Air Intake*
Valve Gas-Oil Fuel Engine Berbasis Simulasi**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine power plant* (MPP)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mohammad Azzam Satriawansyah
NRP. 0421144000097

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman., ST., MT
NIP. 197708022008011007

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

Analysis of Influence of Masks Flow on Intake Valve of Gas and Oil Fuel Engine Based Simulation

Name : Mohammad Azzam Satriawansyah
NRP : 0421144000097
Supervisor 1 : Prof. Semin ST. MT. Ph.D
Supervisor 2 : Beny Cahyono ST. MT. Ph.D
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS

ABSTRACT

Dual fuel engine is one solution to reduce the amount of air pollution expenditure caused by the use of diesel fuel, and become the place of application of natural gas as mixed fuel. addition of Mask on intake valve water on dual-fuel engine Yanmar TF 85 MH Direct Injection Engine that aims to make airflow become tumble. And efforts to improve engine performance due to the addition of mask. The first to do is to retrieve data from the machine that is the valve sizes, combustion chamber, and others. Then do a 3D valve mask modeling using Autodek Inventor. After modeling the model simulation was done using CFD Ansys Fluent, for the simulation done by the variable number of mask on the valve of 3 and 6 mask. And for valve lifts of 3mm and 4mm. The result of the simulation can be concluded that the addition of mask makes the turbulence intensity increase. And the addition of 6 masks is the best mask number in this research with higher turbulence intensity compared to the amount of mask 3. where turbulence intensity influence turbulent flow which formed in combustion chamber.

Keyword : Gas-oil fuel engine, intake valve, mask, turbulen intensity, CFD

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

Analisa Pengaruh Aliran Akibat Penambahan Jumlah *Mask* Pada *Air Intake Valve Gas-Oil Fuel Engine* Berbasis Simulasi.

Nama : Mohammad Azzam Satriawansyah

NRP : 0421144000097

Dosen Pembimbing 1 : Prof. Semin ST. MT. Ph.D

Dosen Pembimbing 2 : Beny Cahyono ST. MT. Ph.D

Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS

ABSTRAK

Dual fuel engine adalah salah satu solusi untuk mengurangi angka pengeluaran polusi udara yang disebabkan penggunaan bahan bakar diesel, dan menjadi tempat penerapan gas alam sebagai bahan bakar campuran. penambahan *Mask* pada air intake valve pada mesin *dual-fuel engine* Mesin Yanmar TF 85 MH Direct Engine yang bertujuan untuk membuat aliran udara menjadi tumble. Dan upaya meningkatkan performa mesin akibat penambahan *mask*. Yang pertama dilakukan adalah mengambil data dari mesin yaitu ukuran-ukuran valve, ruang bakar, dan lainnya. Kemudian melakukan permodelan valve *mask* 3D menggunakan Autodesk Inventor. Setelah permodelan dilakukanlah simulasi permodelan menggunakan CFD Ansys Fluent, untuk simulasi dilakukan dengan adanya variable jumlah *mask* pada valve sebanyak 3 dan 6 *mask*. Dan untuk valve lift sebesar 3mm dan 4mm. Hasil dari simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan *mask* membuat intensitas turbulensinya meningkat. Dan penambahan jumlah *mask* sebanyak 6 buah adalah jumlah *mask* yang terbaik pada simulasi ini dengan intensitas turbulensi lebih tinggi dibandingkan dengan 3 *mask*. Dimana intensitas turbulensi mempengaruhi aliran turbulen yang terbentuk pada ruang bakar.

Keyword : Gas-oil fuel engine, intake valve, *mask*, turbulen intensity, CFD

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Azza Wa Jalla, yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisa Pengaruh Aliran Akibat Penambahan Jumlah *Mask* Pada Air Intake Valve Gas-Oil Fuel Engine Berbasis Simulasi** dengan baik dan tepat waktu. Tugas akhir tersebut diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program studi sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir dan keberhasilan menempuh program studi sarjana, tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini, yaitu :

1. Kedua orang tua penulis, Ibu Rif'ah Setyawati dan Bapak Mohammad Lukman Satriawansyah yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis setiap kegiatan dan aktivitas hingga saat ini serta mengingatkan untuk taat beribadah.
2. Saudara penulis, Mohammad Hamzah Satriawansyah sebagai sosok kakak terbaik dan Mohammad Fajri Satriawansyah sebagai seorang adik yang dengan canda dan tawanya memberikan semangat bagi penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan pendidikan baik akademik maupun non akademik sehingga kami sebagai mahasiswa wali dapat belajar bekerja keras, pantang menyerah, dan bekerjasama.
4. Bapak Prof. Semin ST. MT. Ph.D selaku dosen pembimbing penulis dan Bapak Beny Cahyono ST. MT. Ph.D selaku dosen pembimbing kedua sekaligus Kepala Laboratorium MPP yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dan memberikan motivasi untuk terus belajar dan mengembangkan diri.
5. Bapak kajar Dr. Eng. M. Badrus Zaman., ST., MT serta bapak-bapak dosen pengajar Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberi ilmu pada penulis.
6. Seluruh kawan-kawan pejuang tugas akhir bimbingan Prof. Semin yaitu Azka, Linggar, Afif, AAX, yang telah saling menyemangati dan berjuang bersama untuk menyelesaikan tugas akhir.
7. Kawan seperjuangan angkatan MERCUSUAR '14 Raka, Wafiq, Ipu, Dedi, Uyab, Hanifan, Zela, dan teman-teman angkatan yang telah menjadi teman dan bagian dari pengalaman penulis.
8. Seluruh member MPP yang telah menjadi rekan dan tempat belajar bagi penulis selama menjadi member MPP.
9. Seluruh kakak tingkat BISMARCK '12 dan BARAKUDA '13 yang telah memberikan teladan dan bagian dari pengalaman penulis dalam belajar menjadi mahasiswa dan anggota yang baik di lingkungan HIMASISKAL.
10. Seluruh adik-adik angkatan SALVAGE'15, VOYAGE'16, BADRIKARA'17 dan teman-teman ITS yang menjadi kawan selama menempuh pendidikan di ITS.
11. Seluruh teman-teman Flag Football Surabaya, Flag Football ITS dan seluruh anggota IFFA yang selalu menemani saat bertanding Flag football.

12. Kepada member PLAYON yaitu Mazkaz, Aswin, Razan, Adam, Sauma, Inyol, Addin, Didok, Alip dwi. Yang selalu menemani penulis saat turing.
13. Kepada teman seperjuangan alhikmah yang kuliah di ITS yaitu, Uned, Nando, Aswin, Alip dwi, Janitra, Risha, Tisa, Dianita, Inan, Bianca, Alifka, Ucup, Bintang, Arum, Niar, Acip zulian, nia dan teman-teman PENS sebagai sesama kawan perjuangan.
14. Kepada pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini jauh dari sebuah kesempurnaan, oleh karenanya kritik dan saran sangat terbuka untuk menjadikan karya yang lebih baik dan memberikan kebermanfaatan.

Penulis berharap bahwa karya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi seluruh pembaca di kemudian hari.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
I.3 Batasan Masalah Penelitian	2
I.4 Tujuan Penelitian	2
I.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
II. 1. Dual Fuel Engine.....	3
II. 2. Aliran Turbulen.....	4
II. 3. Valve.....	9
II. 4. Modifikasi Intake Valve Mask	11
II. 5. Computational Fluid Dynamic (CFD).....	15
BAB III METODOLOGI	19
III. 1 Studi Literatur dan Pengumpulan Data.....	19
III. 2 Pengambilan data.....	19
III. 3 Pembuatan Model Simulasi Intake Valve	20
III. 4 Simulasi Permodelan Menggunakan CFD ANSYS FLUENT	22
III. 5 Analisa dan Pembahasan kesimpulan.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
IV.1. Hasil dan Pembahasan.....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
V.1. kesimpulan.....	35
V.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 perbandingan Nox Emission dan Power	3
Gambar 2.2 Ilustrasi Aliran Udara pada Ruang bakar	5
Gambar 2.3 Ilustrasi Aliran Swirl pada Ruang Bakar.....	6
Gambar 2.4 Ilustrasi Aliran Tumble pada Ruang Bakar.....	7
Gambar 2.5 Valve Mesin	9
Gambar 2.6 Intake valve dan Exhaust Valve	10
Gambar 2.7 Sudut pada Intake valve	10
Gambar 2.8 Contoh Intake valve mask.....	12
Gambar 2.9 gambaran udara masuk pada CFD	13
Gambar 2.10 aliran udara sesuai valve lift.....	14
Gambar 2.11 Contoh Penggunaan CFD.....	15
Gambar 2.12 Kecepatan aliran diatas valve masked.....	17
Gambar 2.13 Distribusi tekanan Karena fluida.....	18
Gambar 2.14 Bentuk Aliran dan Desain Mask.....	18
Gambar 3.1 Autodesk Inventor.....	20
Gambar 3.2 Permodelan Intake Valve Dengan 3 Mask.....	20
Gambar 3.3 Permodelan Intake Valve dengan 6 Mask.....	21
Gambar 3.4 Permodelan Flow Area.....	21
Gambar 3.5 Assembly dari Valve dan Flow Area	22
Gambar 3.6 Ansys Fluent	22
Gambar 3.7 Menginput Model ke Geometri pada Ansys	23
Gambar 3.8 Proses Meshing	23

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

Gambar 3.9 Proses Setup	24
Gambar 3.10 Proses Calculation	25
Gambar 3.11 Result	25
Gambar 3.12 Result gambar aliran udara.....	26
Gambar 3.13 Flowchart Metodologi Penelitian	27
Gambar 4.1 Result aliran udara valve biasa dengan valve lift 3mm.....	29
Gambar 4.2 Result liran udara valve 3 mask dengan valve lift 3mm	30
Gambar 4.3 Result Aliran udara valve 6 mask dengan valve lift 3mm	30
Gambar 4.4 Rrsult aliran udara valve biasa dengan valve lift 4mm	31
Gambar 4.5 Result aliran udara valve 3 mask dengan valve lift 4mm.....	31
Gambar 4.6 result aliran udara valve 6 mask dengan valve lift 4mm.....	32

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR DIAGRAM

Grafik 4.1 Grafik kecepatan rata-rata	32
Grafik 4.2 Grafik Turbulen Kinetic energi	33
Grafik 4.3 Grafik Intensitas turbulensi.....	34

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan mesin konvensional yang menghasilkan gerakan rotasi sudah banyak digunakan sebagai penggerak utama alat transportasi darat, laut, maupun udara, serta dimanfaatkan sebagai alat pendukung di industri. Saat ini mesin konvensional masih menjadi pilihan utama karena masih belum adanya mesin baru yang memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam berbagai hal. Khususnya pada mesin konvensional penyalaan kompresi (*diesel*) yang sudah mencapai efisiensi maksimal pada sekitar lima puluh hingga enam puluh persen saja. Hal tersebut menjadi dasar pemikiran utama untuk membuat desain-desain mesin yang baru, guna untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi.

Solar merupakan jenis bahan bakar cair yang digunakan dalam proses pembakaran pada motor diesel. Salah satu sifat yang harus dimiliki solar adalah *Cetane Number* dari bahan bakar tersebut. Angka setana adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum solar terbakar habis bersama dengan oksigen pada flash point. Motor dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi memerlukan angka setane yang lebih tinggi untuk mengurangi Motor diesel merupakan salah satu jenis dari motor bakar dalam. Proses pada motor diesel, bahan bakar dikabutkan dalam ruang bakar yang bertekanan dan temperatur tinggi. Dan sampai saat ini motor diesel lebih dominan digunakan di dunia perkapalan dan industri karena mempunyai daya yang tinggi.

Seiring berjalannya waktu bahan bakar fosil yang sebagaimana menjadi bahan bakar utama pada kebanyakan mesin semakin lama semakin menipis. Polusi yang dihasilkan oleh bahan bakar diesel juga tinggi, maka ada solusi untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar diesel dan meminimalisir polusi yang dihasilkan oleh bahan bakar diesel. Yaitu menggunakan gas alam, gas alam bersifat lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar diesel karena memproduksi lebih sedikit CO₂ yang dimana dapat mengakibatkan efek rumah kaca pada bumi. Populasi gas alam di bumi sangat melimpah, maka dari itu penggunaan gas alam pada mesin diesel dapat diterapkan dengan harga yang lebih murah.

Dual fuel engine adalah salah satu solusi untuk mengurangi angka pengeluaran polusi udara yang disebabkan penggunaan bahan bakar diesel, dan menjadi tempat penerapan gas alam (CNG) sebagai bahan bakar campuran.

Penambahan Mask pada air intake valve pada mesin *dual-fuel engine* Mesin Yanmar TF 85 MH Direct Engine yang bertujuan untuk membuat aliran udara menjadi tumble. Dan upaya meningkatkan performa mesin akibat penambahan mask.

I.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan utama yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana aliran udara turbulen yang terbentuk pada ruang bakar akibat penambahan mask pada intake valve ?
2. Berapa jumlah mask yang dibutuhkan untuk membuat aliran turbulen yang terbaik ?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui aliran turbulen yang terjadi didalam ruang bakar akibat penambahan mask pada intake valve
2. Mengetahui jumlah mask yang digunakan untuk membentuk aliran turbulen yang terbaik.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan agar penelitian ini dapat berjalan secara fokus dan terarah serta dapat mencapai tujuan yang diinginkan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa Aliran udara yang masuk ruang bakar.
2. Menganalisa jumlah mask

I.5 Manfaat Penelitian

Secara umum, manfaat yang didapatkan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

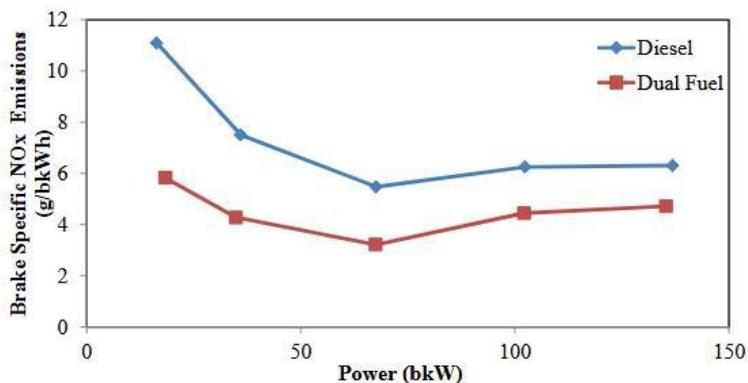
1. Mengetahui jumlah mask yang membuat aliran udara turbulen paling baik.
2. Mengetahui bagaimana aliran turbulen yang terjadi akibat penambahan mask.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1. Dual Fuel Engine

Keuntungan utama dari mesin diesel gas bakar ganda mengurangi emisi NO_x dan PM serta mengurangi biaya bahan bakar karena biaya gas alam yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan injeksi bahan bakar diesel Exhaust Air dan campuran gas alam diesel. Keuntungan potensial lainnya adalah meningkatkan efisiensi termal, yaitu tergantung beban, dan mengurangi dampak transportasi bahan bakar jika gas alam tersedia secara lokal. Biaya perawatan setelah konversi tidak akan meningkat karena sebagian besar komponen mesin tetap tidak berubah. Karena sejumlah besar diesel dipindahkan oleh gas alam, sampai 70%, karbonisasi berkurang pada mesin bahan bakar ganda. Karena itu, berapa kali mesin perlu didekorasi dan dirombak dikurangi. Pada mesin diesel gas bakar dua bahan bakar, transisi antara mode diesel dan dual fuel dapat dicapai saat mesin menyala tanpa gangguan ke beban mesin yang dibutuhkan. Jika gas alam tidak tersedia, katup kontrol akan dimatikan dan mesin menyala dengan bahan bakar diesel sebagai mesin diesel konvensional. (Wan Nurdiyana Wan Mansor, 2014)



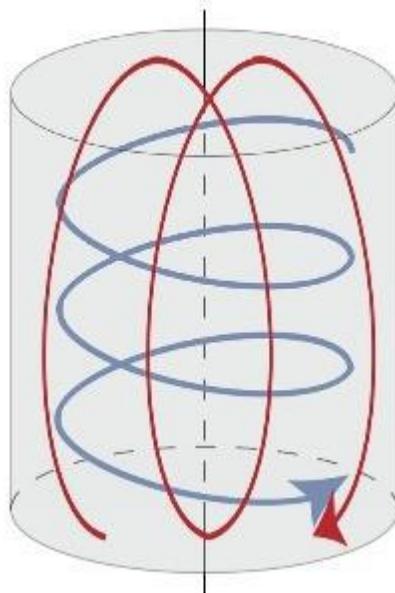
Gambar 2.1 perbandingan Nox Emission dan Power (Wan Nurdiyana Wan Mansor, 2014)

Gas alam mengandung campuran metana, etana, propana, butana, pentana dan hidrokarbon lainnya. Ini terbentuk dari hewan dan tumbuhan yang membusuk jutaan tahun yang lalu, terbangun di lapisan tebal dan terjebak di bawah permukaan bumi. Seiring waktu, panas dan tekanan yang hebat mengubah fosil ini menjadi

minyak hitam, bara dan gas alam. Gas alam diekstraksi dari Pembentukan bawah tanah melalui sumur dengan hydroca cair lainnya rbons dan non-hidrokarbon, yang kemudian disaring dari komponen ini dan dikirim melalui jaringan pipa untuk distribusi. Kemajuan teknologi telah memungkinkan produksi energi dalam negeri tumbuh dengan cepat di Kanada, China, Belanda, Polandia, Jerman dan Amerika Serikat (32). Perkembangan teknologi pengeboran horisontal dan rekahan hidrolik telah memperbaiki eksplorasi gas alam dari reservoir serpih. Shale gas, yang merupakan gas alam yang terjebak dalam formasi serpih, telah menjadi sumber gas alam yang paling cepat berkembang di Amerika Serikat. Di AS, setidaknya 2 juta sumur minyak dan gas shale telah mengalami retakan secara hidrolik sejak 1860. Saat ini 95% sumur baru mengalami retakan hidrolik yang menyumbang lebih dari 43% dari total produksi minyak AS dan 67% produksi gas alam (33). (Wan Nurdiyana Wan Mansor, 2014)

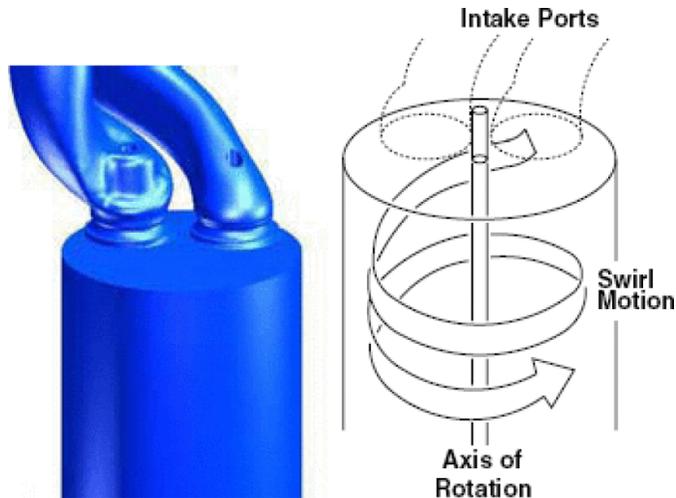
II. 2. Aliran Turbulen

Aliran turbulen di dalam ruang bakar berpengaruh terhadap proses pembakaran yang juga berpengaruh pada kinerja mesin . Intensitas aliran turbulen bisa memperbaiki durasi pembakaran, tetapi intensitas aliran turbulen yang terlalu banyak bias menyebabkan knocking. Selain itu, aliran turbulen juga berkontribusi dalam proses pencampuran gas-air. Ada dua jenis aliran turbulen yang terjadi didalam mesin, yaitu arus pusaran dan arus jatuh. Arus pusaran lebih dikenal dengan aliran swirl dan arus jatuh lebih dikenal dengan aliran tumble. Aliran fluida di ruang bakar bisa disesuaikan dengan mengoptimalkan komponen mesin dan mengembangkan desain mesin. Asupan intake, katup inlet, dan kepala piston adalah komponen yang berpengaruh pada pembentukan aliran fluida di ruang bakar. menambahkan komponen sirip pada katup inlet juga bisa menghasilkan aliran pusaran di ruang bakar (Raghavan et al, 2014)



Gambar 2.2 Ilustrasi Aliran Udara pada Ruang bakar (Raghavan et al, 2014)

Aliran swirl didefinisikan sebagai pusaran skala besar dalam cairan silinder dengan sumbu rotasi sejajar dengan poros piston, yang dianggap sebagai rotasi tubuh dua dimensi solid. Terjadinya aliran swirl diakibatkan oleh penambahan vin pada intake valve dimana gerakan aliran udaranya memutar kebawah seperti pusaran. Membuat pusaran berputar di dalam silinder telah diakui sebagai cara untuk meningkatkan kadar turbulensi selama kompresi. Swirl meningkatkan turbulensi selama tekanan kompresi melalui metode berikut: Turbulensi yang dihasilkan oleh geser di dinding diangkut sepanjang aliran terbesar oleh aliran balik difusi dan arus yang berputar atau benda yang menonjol yang tidak ada pada poros rotasi pusaran pusaran akan membuat turbulensi melalui shear dan vortex shedding atau pusaran pusaran yang dikombinasikan dengan aliran squish akan menyebabkan percepatan kecepatan rotasi pusaran saat piston mendekati TDC untuk melestarikan momentum sudut. Hal ini akan meningkatkan turbulensi di akhir tekanan kompresi. (Abhilash M Bharadwaj and friend, 2013)

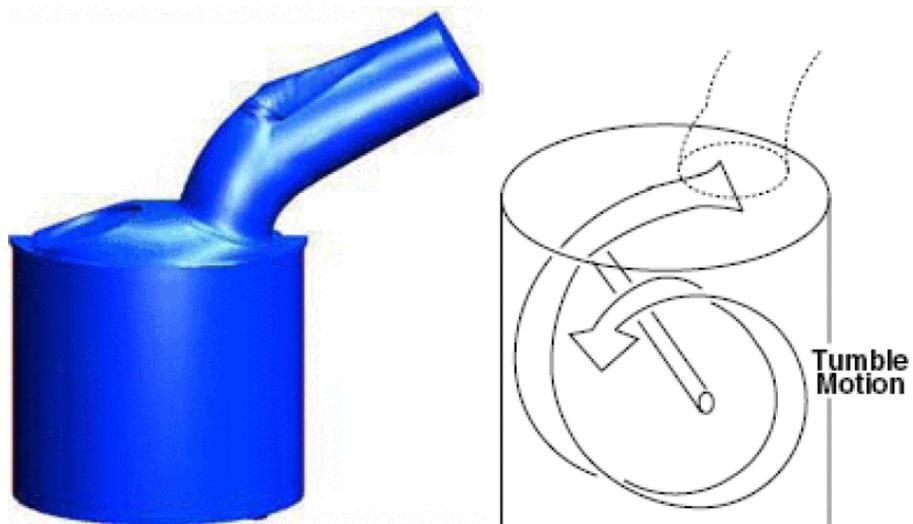


Gambar 2.3 Ilustrasi Aliran Swirl pada Ruang Bakar (Yuesheng He, M.S., 2007)

Swirl, yang dianggap sebagai rotasi tubuh dua dimensi solid, bertahan melalui proses kompresi dan pembakaran. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa pembusukan pusaran dalam silinder mesin selama proses kompresi relatif kecil bahwa momentum sudut keseluruhan dari pusaran pusaran hampir dilestarikan (Dyer, 1979; Arcoumanis et al., 1981; Hamamoto et al., 1985; Hall dan Bracco, 1987; Heywood, 1988). Karena pola aliran bebas regangan, pusaran diharapkan terjadi memiliki efek yang tidak berarti pada peningkatan turbulensi dalam sebagian besar arus. Namun, turbulensi yang dihasilkan di batas dinding dapat diangkut sepanjang aliran dengan difusi dan swirl-driven secondary flow (Hill dan Zhang, 1994). Benda yang menonjol, seperti busi dan kepala katup, juga menimbulkan turbulensi akibat tegangan geser permukaan dan penumpahan vortex dengan gerakan berputar global (Stephenson et al., 1996). Dengan demikian, rotasi tubuh yang hampir solid dapat menghasilkan peningkatan turbulensi yang cukup besar di seluruh ruang bakar, terutama di dekat TDC. 15 Sejumlah hasil mesin menggambarkan bahwa turbulensi ditingkatkan pada TDC pembakaran dan cenderung menjadi homogen dan isotropik untuk gerakan berputar (Liou dan Santavicca, 1983; Ikegami et al., 1985; Saxena and Rask, 1987; Heywood, 1988; Li et al., 2001). (Yuesheng He, M.S., 2007)

Aliran lain yang dihasilkan pola aliran vertikal skala besar adalah gerakan berjatuhan atau yang disebut dengan aliran tumble. Sumbu rotasi pusaran normal ke sumbu silinder, menyerupai putaran laras. Ini terbentuk sekitar sumbu melingkar di dekat tepi volume clearance di mahkota piston atau di kepala silinder, yang disebabkan oleh squishing volume silinder saat piston mendekati TDC.

Dengan demikian, gerakan berjatuhan juga disebut swirl vertikal atau swirl barrel. Untuk menghasilkan gerakan berjatuhan murni untuk silinder katup intake tunggal, vektor directional jet intake harus berada pada bidang yang didefinisikan oleh sumbu silinder dan sumbu katup intake. Aliran jatuh dengan gerakan radial dan gerak aksial diharapkan terjadi dalam koordinat silinder. Jika jet asupan hanya memiliki komponen tangensial dan komponen aksial dalam koordinat silinder, aliran pusaran murni dihasilkan. Pusaran ini dikompresi selama kompresi stroke dan meningkatkan laju rotasi untuk melestarikan momentum sudut. Dengan meningkatnya kompresi, pusaran menjadi lebih tidak melingkar. Pusaran tersebut mencapai titik kritis di luar vortex yang terurai menjadi vortisitas yang lebih kecil. Vortisitas ini berubah menjadi struktur turbulen yang serupa, sehingga meningkatkan kadar turbulen. (Abhilash M Bharadwaj and friend, 2013))



Gambar 2.4 Ilustrasi Aliran Tumble pada Ruang Bakar (Yuesheng He, M.S., 2007)

Pada tahun-tahun terakhir, minat yang meningkat tentang peningkatan efisiensi mesin telah menyebabkan perkembangan teknologi mesin baru. Penentuan akurat perpindahan panas melintasi dinding ruang bakar sangat relevan untuk melakukan keseimbangan termal yang valid sambil mengevaluasi potensi mesin baru konsep. Beberapa pekerjaan yang berhubungan dengan akselerasi perpindahan panas yang mempertimbangkan gerak berputar ditemukan di dalam literatur; Namun, ada kekurangan pekerjaan yang berhubungan dengan hubungan perpindahan panas yang terjadi rekening efek dari gerakan jatuh. Dalam karya ini, model perpindahan panas menghitung jatuhnya gerak disajikan. Mesin HSDI dua stroke HSDI dengan jatuhnya tinggi dan tidak ada pusaran yang biasa tampil studi teoritis, pengembangan model dan kalibrasi terakhirnya. Awalnya, sebuah analisis teoritis fenomena pergerakan gas dilakukan berdasarkan hasil CFD dan kemudian,

sebuah model dikembangkan dan dikalibrasi berdasarkan teknik pengujian skip-fire. Akhirnya, sebuah studi sensitivitas difokuskan pada evaluasi ketangguhan model dilakukan. Hasilnya mengkonfirmasi pengurangan RMSE rata-rata 70% dengan hormat model Woschni, sebagai peningkatan konsisten secara kualitatif dibuktikan dalam panas sesaat transfer evolusi. (Pablo Olmeda, et al., 2015)

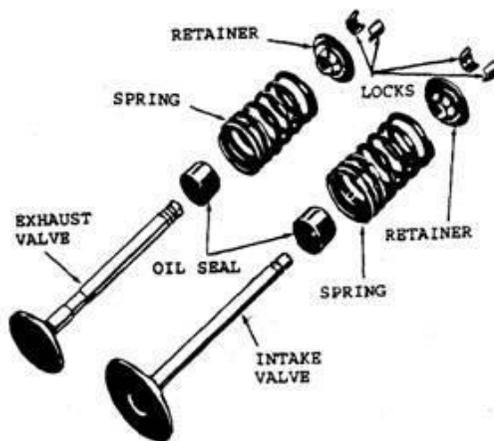
Permintaan bahan bakar alternatif meningkat sejak resesi minyak mentah dan pencemaran lingkungan telah menjadi perhatian utama industri otomotif. Biodiesel dilihat sebagai pilihan utama dalam kategori ini karena dapat diperbaharui dan mampu mengurangi produksi CO₂ rumah kaca dunia. Namun, biodiesel memiliki viskositas lebih tinggi dibandingkan dengan diesel konvensional, sehingga membuatnya kurang rentan terhadap penguapan karena molekul bahan bakar lebih berat dan bergerak lebih lambat dari pada diesel. Makalah ini mengusulkan agar Panduan Vane Swirl and Tumble Device (GVSTD) dipasang di depan port asupan untuk mengembangkan turbulensi terorganisir untuk membantu perpecahan molekul bahan bakar untuk meningkatkan pencampuran dengan udara. Untuk mengetahui pengaruh GVSTD untuk menghasilkan aliran udara silinder yang lebih baik, ANSYS-CFX digunakan untuk menjalankan simulasi mesin IC aliran dingin 3D. Model ini divalidasi dengan hasil eksperimen tekanan in-cylinder dari 0 ° CA sampai 540 ° CA dan hasil karakteristik aliran udara silinder dari simulasi dibandingkan dengan penelitian terkait lainnya. Dalam penelitian ini, tiga desain GVSTD dengan tinggi baling-baling bervariasi pada 0.25R, 0.50R dan 0.75R, di mana R adalah radius pelari intake, dibandingkan dengan model tanpa GVSTD untuk mengetahui pengaruhnya terhadap udara mengalir di dalam ruang bakar. Hasilnya menunjukkan bahwa baling-baling panduan 0.25R menciptakan turbulensi yang lebih banyak, kecepatan di silinder, berputar dan jatuh di wilayah bahan bakar yang disuntikkan dari pada desain lainnya, yang diperlukan untuk memecah molekul bahan bakar agar bercampur dengan udara yang pada akhirnya akan memperbaiki mesin. kinerja dengan biodiesel. Resistansi terhadap aliran udara karena baling-baling juga paling sedikit untuk baling-baling panduan 0.25R. (S.Bari, 2013)

Menurut hasil penelitian oleh K.M Pandey & Bidesh Roy yang menggunakan CFD Efisiensi standar udara untuk mesin SI kira-kira 60% di bawah kondisi beban penuh namun efisiensi termal rem yang sebenarnya dalam kondisi full load sekitar 32,6% disebabkan oleh berbagai kerugian yang terjadi. Salah satu kehilangan utama adalah hilangnya waktu pembakaran yang kira-kira 4% dan terjadi karena waktu yang terbatas dari pembakaran muatan. Kehilangan ini dapat dikurangi menjadi beberapa oleh generasi tingkat swirl yang lebih tinggi yang akan meningkatkan intensitas turbulensi dengan silinder mesin. Produksi turbulensi dengan intensitas yang lebih tinggi merupakan salah satu faktor terpenting untuk menstabilkan proses pengapian, percepatan pembakaran cepat, terutama jika terjadi pembakaran tanpa bakar. Secara umum, dua jenis vortisitas digunakan untuk menghasilkan dan mempertahankan turbulensi mengalir secara efisien Vortisitas

ini biasanya dikenal sebagai arus berputar dan jatuh, yang merupakan rotasi terorganisir pada bidang horizontal dan vertikal silinder mesin. (K.M Pandey & Bidesh Roy, 2012)

II. 3. Valve

Pengaturan katup dalam mesin mengontrol gerakan masuk dan keluar muatan dan gas buang dalam silinder terkait dengan posisi piston di lubangnya. sekarang ini terletak di kepala silinder di semua mesin. Di antara lengan yang biasa digunakan, geser, rotari, dan katup jenis popet, katup popet yang paling umum karena ini menawarkan masuk akal berat badan, kekuatan yang baik dan karakteristik perpindahan panas yang baik. Bentuk katup popet yang paling populer. untuk aplikasi mobil menggunakan sebuah cangkir kecil di salah satu ujung batang. Batang katup ditempatkan dalam lubang panduan yang dibuat secara terpusat dalam bagian melingkar di kepala silinder. Kepala piringan katup terbuka dan menutup bagian porting mengarah ke silinder selama masuk dan keluar gerakan batang.



Gambar 2.5 Valve Mesin (Adrian Clenci at. Al. 2013)

Berikut ini adalah dimensi katup khas relatif terhadap diameter tenggorokan (dt).

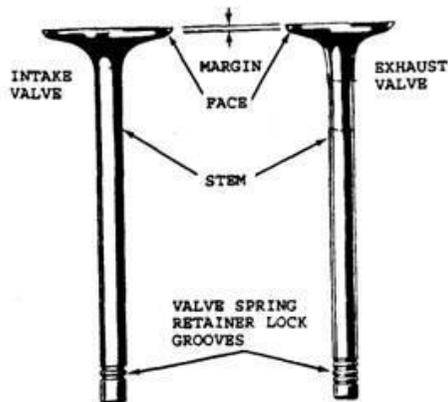
Diameter kerucut maksimum, $d_2 = 1,05 dt$ hingga $1,15 dt$

Diameter kerucut minimum, $d_1 = 0,95 dt$ hingga $1,0 dt$

Lebar kursi berliku, $c = 0,10 dt$ hingga $0,12 dt$

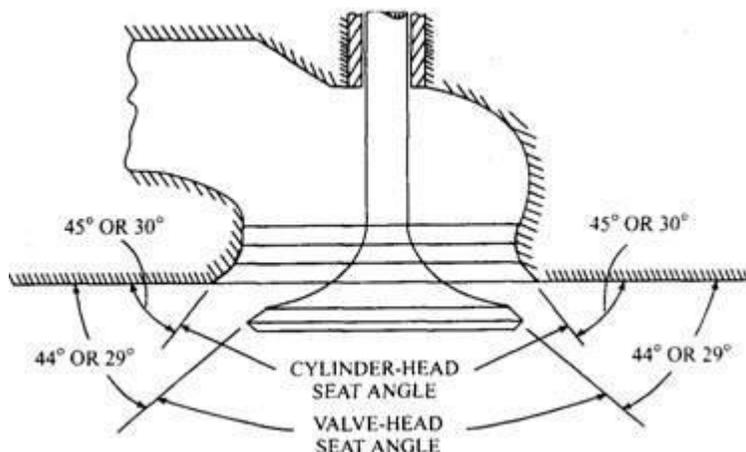
Ketebalan kepala paralel, $h_1 = 0,025 dt$ hingga $0,045 dt$

Ketebalan kepala sejajar dan lancip, $h_2 = 0,10 dt$ hingga $0,14 dt$



Gambar 2.6 Intake valve dan Exhaust Valve (Adrian Clenci at. Al. 2013)

Sudut wajah katup dipilih untuk kompromi terbaik antara pembukaan katup dan penyegelan katup. Pembukaan katup maksimum pada sudut muka nol, dan gaya pemeteraian pada katup meningkat ketika sudutnya meningkat. Penyegelan yang buruk menyebabkan pembakaran katup menyebabkan masa manfaat yang singkat. Umumnya sudut kerucut katup-kursi dari 45 derajat atau 30 derajat digunakan. Untuk lift katup gfvn, karena sudutnya menurun, daerah aliran efektif di sekitar katup dapat ditingkatkan, tetapi tekanan pada kursi untuk kekakuan pegas yang diberikan berkurang. Untuk memiliki tekanan tempat duduk yang tinggi dan simpanan minimum pada wajah, sudut katup-katup berbentuk kerucut baik 45 derajat atau 30 degreesis direkomendasikan untuk katup inlet, dan hanya 45 derajat untuk katup buang karena disipasi panas adonan.



Gambar 2.7 Sudut pada Intake valve (Adrian Clenci at. Al. 2013)

Mengurangi konsumsi bahan bakar adalah tujuan utama dalam industri otomotif untuk memenuhi peraturan dan permintaan pelanggan. Variable valve

actuation menawarkan banyak peluang untuk meningkatkan kinerja mesin ignition ignition di berbagai bidang seperti ekonomi bahan bakar dan emisi polutan. Percobaan milik (Adrian Clenci at. Al. 2013) mengungkapkan bahwa kemampuan untuk mengendalikan intake valve lift memang menawarkan kemampuan untuk mengontrol massa udara intake, tetapi juga memiliki manfaat tambahan yang meningkatkan proses pencampuran bahan bakar udara berkat peningkatan turbulensi, yang disebabkan oleh peningkatan kecepatan aliran intake. . Hal ini sangat penting pada beban yang tidak terpakai dan rendah saat ekonomi bahan bakar atau untuk mencapai daya yang dibutuhkan.(Adrian Clenci at. Al. 2013.)

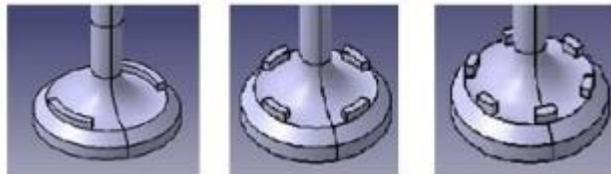
Menurut jurnal yang ditulis oleh Karol Grab-Rogaliński, dan Stanisław Szwaja menyajikan hasil studi pemodelan pengaruh sudut penutupan katup intake pada mesin IC yang ditunjukkan parameter. Mesin yang dimodelkan adalah Andoria S231, yang sedang mengerjakan metana. Pada awalnya, pengoptimalan dari Model dilakukan dengan perbandingan tekanan efektif berarti yang ditunjukkan untuk mesin nyata dan mesin model. Berikutnya, pemodelan dilakukan untuk sudut penutupan katup intake awal dibandingkan dengan sudut penutupan asli. Mesinnya disimulasikan sebagai yang diaspirasi secara alami dan untuk kasus-kasus seperti yang ditunjukkan; parameter seperti ditunjukkan efisiensi, rata-rata tekanan yang ditunjukkan, konsumsi bahan bakar dihitung. Selama pemodelan pemodelan, waktu dan rasio udara-bahan bakar tetap. Untuk perbandingan yang lebih baik untuk dua kasus sudut penutupan katup intake awal, mesin dimodelkan sebagai supercharged salah satu di mana berarti tekanan yang ditunjukkan adalah tetap pada tingkat yang sama seperti untuk mesin naturally aspirated bekerja dengan waktu katup asli dan parameter yang ditunjukkan dihitung dan dibandingkan dengan parameter yang ditentukan dari mesin naturally aspirated ini. Karena perhitungan, karakteristik parameter yang ditunjukkan vs asupan sudut penutupan katup dihitung. Sebagai hasil dari penelitian ini, baik penurunan efisiensi ditunjukkan, ditunjukkan berarti tekanan efektif ditunjukkan, suhu muatan segar, akhir dari langkah kompresi dan incylinder maksimum suhu diamati untuk mesin naturally aspirated dengan sudut penutupan katup intake awal. (Karol Grab-Rogaliński, dan Stanislaw Szwaja, 2015)

II. 4. Modifikasi Intake Valve Mask

Menurut penelitian yang dilakukan Dr. Hiregoudar Yerrennagoudaru dan Shiva Prasad desai masking adalah proses membangun sepotong kecil logam di kepala katup tanpa mengganggu tempat duduk katup, potongan-potongan kecil disebut mask. Pada penelitian yang dilakukan oleh Dr. Hiregoudar Yerrennagoudaru dan Shiva Prasad Desai telah menggunakan 2-masked valves, 4-masked valve dan 6- masked valve.

Angle of mask: 1200
Width of mask: 2mm
Thickness of mask: 2mm

Outer dia of mask: 28mm
 Inner dia of mask: 24mm
 Hence these masks are split into 2 , 4 and 6 pieces
 angularly i.e.,
 $1200/2 = 600$ masks in 2 pieces
 $1200/4 = 300$ masks in 4 pieces
 $1200/6 = 200$ masks in 6 numbers



Gambar 2.8 Contoh Intake valve mask Dr. Hiregoundaru Yerrennagoundaru & Shiva Prasad Desai, 2014)

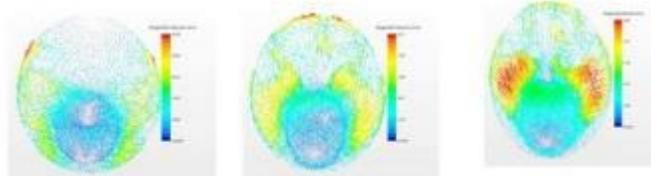
Untuk menganalisa pusaran, turbulensi, kecepatan udara masuk dan juga tekanan distribusi di dalam silinder selama stroke hisap mereka menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic) dan dianalisis pada posisi angkat katup masuk yang berbeda di perbandingan dengan model dasar. Intensitas pusaran sangat kurang pada medium dan tinggi angkat katup. Dengan menggunakan CFD kita dapat melihat bahwa jenis katup yang akan diberikan intensitas pusaran yang lebih baik.

2 masked valve

AT LOW LIFT

AT MEDIUM LIFT

AT HIGH LIFT

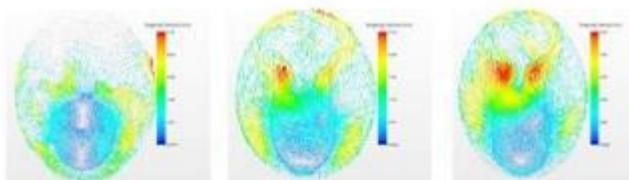


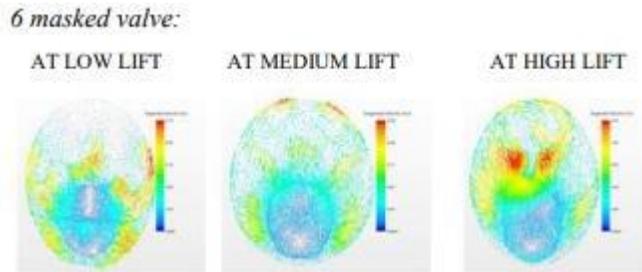
4 masked valve:

AT LOW LIFT

AT MEDIUM LIFT

AT HIGH LIFT





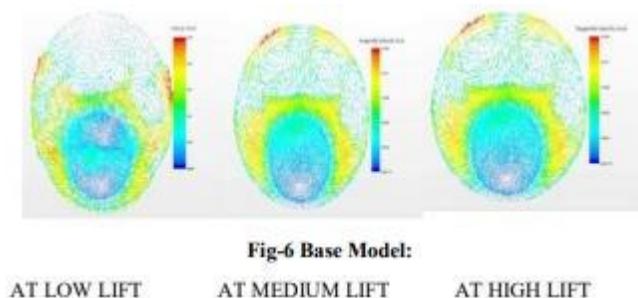
Gambar 2.9 gambaran udara masuk pada CFD (Dr. Hiregoundar Yerrennagoundaru & Shiva Prasad Desai, 2014)

Sebuah tinjauan telah dibuat dari aliran berputar (Swirl dan Tumble) pada mesin percikan api bercahaya dan pengaruhnya pada pembangkit turbulensi dan perambatan api. Aliran berputar secara signifikan dapat meningkatkan intensitas turbulensi selama periode pembakaran. Hal ini pada gilirannya dapat menyebabkan periode pembakaran berkurang dan efisiensi termal meningkat. Rotating flow, kemungkinan dikombinasikan dengan squish, dapat sangat penting untuk pembakaran campuran tanpa lemak atau dengan bahan bakar alternatif dengan kecepatan nyala laminar rendah. Secara umum, aliran berputar secara substansial dapat meningkatkan kecepatan perambatan nyala api, mengurangi variasi siklik, dan memperluas batas ramping, meskipun gerak rotasi yang berlebihan dapat memiliki efek merusak pada hambatan aliran sistem induksi dan juga pada perpindahan panas dan efisiensi termal. Banyak penelitian telah dikhususkan untuk berputar (gerak rotasi di sekitar sumbu sejajar dengan sumbu silinder), namun dalam beberapa tahun terakhir perhatian meningkat telah dibayarkan untuk jatuh (gerakan rotasi mengelilingi sumbu tegak lurus terhadap sumbu silinder). Berputar dan jatuh memiliki ciri khas dan bisa berinteraksi secara berbeda dengan gerakan piston dan squish. Bidang aliran putaran yang optimal mungkin merupakan kombinasi dari dua jenis gerakan rotasi. Fitur utama dari medan kecepatan dan turbulensi rata-rata yang terkait dengan gerakan rotasi ini ditinjau, dan juga mekanisme pembusukan, pembangkitan, pengangkutan dan peningkatan turbulensi dalam silinder. Kemajuan substansial dalam metode eksperimental dan dalam simulasi numerik mengarah pada pemahaman yang lebih baik tentang efek swirl dan tumble pada kinerja mesin. (P.G. Hill, D. Zhang, 1994)

Kedua penutup dan masker sebagian memblokir aliran melalui katup masuk penutup adalah bagian dari katup sementara masker dilekatkan secara kaku ke tempat duduk katup. Intake valve shrouding dan masking dapat membawa aliran berputar yang intens ke dalam silinder namun mengurangi efisiensi volumetrik secara substansial, yang mengarah ke aplikasi terbatas pada mesin produksi (Hill dan Zhang, 1994). Gerakan muatan yang kuat telah dihasilkan oleh katup shrouding (Witze, 1982; Gosman et al., 1985; Hadded dan Denbratt, 1991; Khalighi et al., 1995; Urushihara et al., 1996; Udayakumar et al., 2003) dan katup

masking (Wills et al., 1966; Tabaczynski, 1976; Kyriakides dan Glover, 1988; Blair dan Drouin, 1996). Misalnya, Tabaczynski (1976) dan Urushihara dkk. (1996) melaporkan peningkatan turbulensi yang signifikan selama pembakaran oleh katup shrouding dan masking. Kyriakides dan Glover (1988) berkorelasi intensitas turbulensi dengan sudut bakar 10% -90% dengan menggunakan katup bertopeng. Para penulis juga menunjukkan bahwa untuk geometri ruang bakar ini, gerakan udara yang terjatuh adalah cara yang lebih efektif untuk menghasilkan turbulensi pada suhu 19 TDC daripada pusingan. Hadded dan Denbratt (1991) menganggap efek jatuh pada durasi bakar dan stabilitas pembakaran dengan katup terselubung. (Yuesheng He, M.S. 2007)

Mengoptimalkan kinerja aliran udara saat asupan Proses katup merupakan tujuan utama proyek ini. Analisis adalah dilakukan dalam simulasi CFD dan percobaan menggunakan tes rig silinder tunggal 4 stroke mesin diesel injeksi langsung Ini Analisis juga dilaporkan dan dibandingkan dengan kedua analisis tersebut dimana hasil eksperimen bisa memenuhi hampir yang dibutuhkan target limit karena beberapa kondisi realistis. Fabrikasi asupan katup juga dibuat untuk melakukan analisis pada percobaan berdasarkan desain modifikasi. Ini dilakukan Setelah analisis simulasi, desain pemodelan digunakan membuat dan menganalisa model pada mesin uji rig untuk diverifikasi hasil simulasi Analisis ini bisa digunakan untuk meningkatkan efisiensi termal dan memaksimalkan penggunaan bahan bakar udara di pembakaran proses, yang mengurangi polusi ke lingkungan. Meski aliran udara sudah optimal Di katup asupannya, Tapi sistem asupan tetap bisa diperbaiki mengingat yang lainnya bagian dari Mesin seperti intake manifold. Mask pada katup dapat membuat aliran udara yang masuk menjadi swirl yang nantinya bisa meningkatkan efisiensi thermal pada mesin diesel. (Dr. Hiregoundar Yerrennagoundaru & Shiva Prasad Desai, 2014)

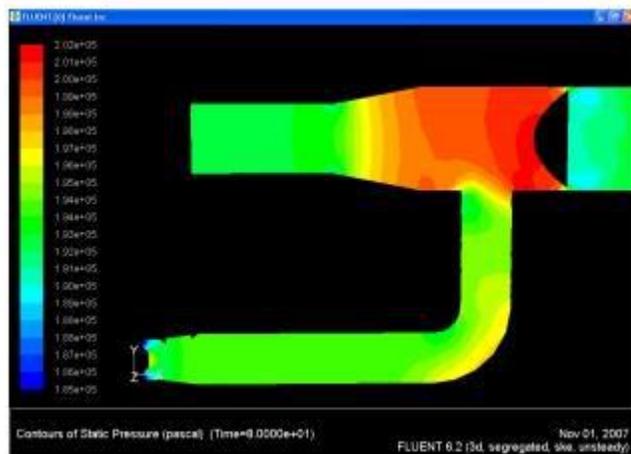


Gambar 2.10 aliran udara sesuai valve lift Dr. Hiregoundar Yerrennagoundaru & Shiva Prasad Desai, 2014)

II. 5. Computational Fluid Dynamic (CFD)

Computational fluid dynamics (CFD) atau dalam bahasa Indonesia disebut juga sebagai dinamika fluida komputasi dapat dibagi menjadi dua istilah, yaitu *computational* dan *fluid dynamics*. *Fluid dynamics* mengartikan bahwa kita membahas dinamika fluida (sifat-sifat aliran fluida dan transfer panas) itu sendiri, sedangkan istilah *computational* mengartikan bahwa bahasan kita tentang dinamika fluida dihitung dan disimulasikan dengan seperangkat metode numerik dengan bantuan komputer. Kata ‘simulasi’ di sini mengindikasikan bahwa kita menggunakan komputer untuk menyelesaikan sekumpulan hukum (atau persamaan-persamaan fisis) yang mengatur peristiwa pergerakan fluida di mana geometrinya telah dimodelkan pula dengan bantuan komputer. Dengan CFD, dapat dibangun prototipe, dianalisa, dievaluasi, serta dioptimasi suatu sistem semisal blok mesin, pesawat terbang, terowongan angin, sistem perpipaan, dan lain sebagainya. (fisikaveritas, 2014)

Ansys Fluent adalah software yang digunakan untuk mensimulasikan aliran fluida dan perpindahan panas. Aliran dan perpindahan panas dari berbagai fluida dapat disimulasikan pada bentuk yang rumit. Dengan menggunakan program Fluent, dapat diketahui parameter-parameter aliran dan perpindahan panas yang diinginkan. Distribusi tekanan, kecepatan, aliran, laju aliran massa, distribusi temperature, dan pola aliran fluida yang terjadi dapat diketahui pada tiap titik yang terdapat dalam system yang dianalisa.



Gambar 2.11 Contoh Penggunaan CFD (fisikaveritas, 2014)

Untuk menghasilkan pusaran udara di dalam ruang pembakaran mesin diesel pengapian langsung, upaya dilakukan untuk mengubah beberapa kemungkinan perubahan dalam katup inlet tanpa mengganggu sifat bahan katup, yang menjamin pembakaran yang lebih baik dan peningkatan yang nyata dalam tingkat emisi pada gas buangnya. Untuk memilih modifikasi yang lebih baik dan paling sesuai dalam kepraktisan, simulasi melalui CFD adalah cara yang paling tepat dan akurat untuk memilih modifikasi optimal pada katup poplet inlet. (Dr. Hiregoundar Yerrennagoundaru, at. al., 2015)

Saringan udara masuk memastikan bahwa kebersihan udara memadai, komposisi udara muatan dan kandungan oksigen dikontrol dengan memasukkan EGR ke udara masuk dan kompresor dan mengisi pendingin udara memastikan bahwa tekanan manifold intake dan sasaran suhu terpenuhi dan bahwa densitas muatan intake adalah dalam batas desain. Beberapa aspek akhir dari manajemen udara tercapai setelah muatan intake keluar dari intake manifold dan memasuki silinder. Katup atau port mengontrol waktu aliran udara ke silinder. Juga, bagian antara manifold intake dan silinder dapat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap arus saat memasuki silinder dan dapat digunakan untuk menanamkan gerakan bulk dan energi kinetik yang sesuai dengan muatan untuk mendukung pencampuran pembakaran udara, bahan bakar dan pembakaran antara produk di-silinder. (M D Raj Kamal, at . al., 2017)

Menurut hasil penelitian oleh M D Raj Kamal, at. al. adalah merancang dan menguji lokasi swirl dan pengapian variabel. Aspek desain yang digunakan Ansys cfx untuk memodelkan aliran udara di dalam silinder. Kecepatan pusaran dan laju aliran volumetrik dihitung dari hasil. Banyak iterasi desain terjadi sebelum desain yang sesuai tercapai. Panduan dan kursi katup dipasang di kepala. Katup inlet menciptakan putaran udara di bagian dalam silinder. Gerakan udara memainkan peran yang sangat penting dalam pencampuran bahan bakar udara, pembakaran dan pembentukan emisi. Gerakan berputar di udara biasanya dihasilkan karena disain intake port. Desain port intake yang baik akan menghasilkan swirl yang lebih tinggi dan membantu memperbaiki pembakaran. Ini membantu mengurangi emisi polutan dan ekonomi bahan bakar yang lebih baik. Mesin ini cenderung mencapai efisiensi maksimal. CFD memungkinkan eksperimen numerik (yaitu simulasi komputer) di "laboratorium aliran virtual". Mereka berkontribusi pada peningkatan kinerja mesin. (M D Raj Kamal, at . al., 2017)

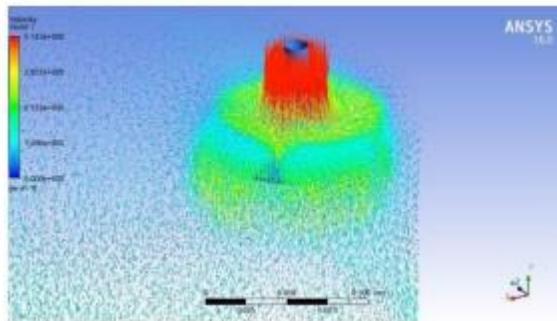
Pola alirannya disimulasikan dengan menggunakan pemecah tekanan berbasis steady state. Domain yang digunakan untuk simulasi didasarkan pada parameter mesin tertentu. Menganiaya pemecah masalah CFD ANSYS FLUENT,

simulasi CFD diperoleh untuk empat geometri katup yang sangat berbeda. Itu geometri terdiri dari Horizontal, Vertikal, kurva dan mata air busur. Dalam simulasi ini, hanya asupan stroke disimulasikan. Dari hasil ini menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara tinggi selama menyapu stroke asupan terjadi. Situasi ini menghasilkan lebih banyak putaran dan efek jatuh selama kompresi, maka meningkatkan laju pembakaran di seluruh wilayah clearance volume silinder mesin. Ini akan memulai produksi tumble and swirl in the engine silinder.(R.GOBINATH, at. al. 2017)

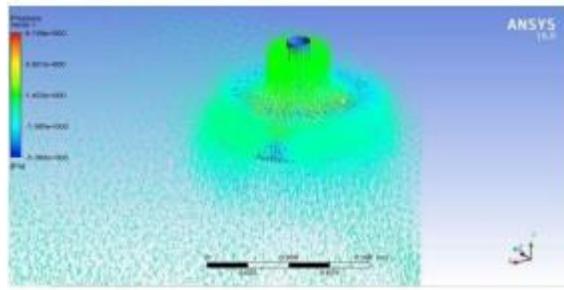
Hasil eksperimen oleh (R.GOBINATH, at. al. 2017) untuk katup engine dengan struktur blade horizontal (Mask) menggunakan Ansys Fluent. Desain pertama yang telah memodifikasi struktur pisau horizontal (mask) dimana desain ini membantu mengetahui dan meningkatkan hasil dan mengambil lebih banyak langkah dalam modifikasi katup.

CONTENT	MINIMUM	MAXIMUM
Velocity (m/s)	1.286	5.143
Pressure (pa)	-5.392	8.199

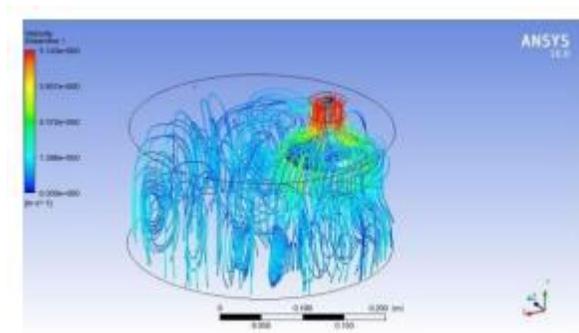
Tabel 2.1 kecepatan dan tekanan untuk valve masked R.GOBINATH, at. al. 2017)



Gambar 2.12 Kecepatan aliran diatas valve masked (R.GOBINATH, at. al. 2017)



Gambar 2.13 Distribusi tekanan Karena fluida (R.GOBINATH, at. al. 2017)



Gambar 2.14 Bentuk Aliran dar Desain Mask (R.GOBINATH, at. al. 2017)

BAB III

METODOLOGI

III. 1 Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari tentang teori-teori dasar permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Dengan tujuan untuk mendapatkan pengetahuan dasar dan data dari penelitian-penelitian sebelumnya yang dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya. Pada tahap ini dilakukan study terhadap referensi-referensi yang terdapat pada jurnal tugas akhir, internet, dan buku-buku materi penunjang. Pengumpulan berbagai macam referensi berfungsi untuk memperkuat dasar teori, pengaruh penambahan mask air intake valve pada aliran udara masuk pada ruang bakar.

Data- data yang diperlukan adalah ukuran- ukuran dari komponen yang terlibat pada simulasi ini. Seperti ukuran valve, piston, cylinder head dan sebagainya dimana nanti akan digunakan untuk simulasi permodelan yang akan dibuat untuk simulasi CFD.

III. 2 Pengambilan data

Dari panduan mesin dan pengukuran manual, dimensi disajikan sebagai berikut:

Silinder Bore	:	85 mm
Panjang silinder	:	87 mm
Intake valve diameter	:	32,5 mm
Intake valve length	:	84,1 mm
Diameter katup buang	:	27,5 mm
Panjang katup buang	:	84,1 mm
Rasio kompresi	:	1:16

Input data lain diambil dari perangkat lunak simulasi mesin, GT Suites. Data terdiri dari kondisi batas internal sebagai berikut:

Tingkat aliran udara	:	68,26 m / s
Tekanan di dalam silinder	:	68.232 pascal
Valve overlap	:	1,5 mm

III. 3 Pembuatan Model Simulasi Intake Valve

Setelah didapatkan data-data mengenai intake valve mesin diesel konvensional, kemudian data tersebut digunakan sebagai input data untuk pemodelan intake valve pada diesel *dual fuel* menggunakan *software* Autodesk Inventor. Serta membuat permodelan 3D dari mask yang akan digunakan.



Gambar 3.1 Autodesk Inventor

Pembuatan permodelan dari intake valve, intake manifold, ruang bakar mesin sesuai dengan ukuran asli dari mesin yang ada. Pembuatan model ini menggunakan software Autodesk Inventor 2018.

3. Intake valve mask

Intake Valve Modeling berdasarkan spesifikasi engine mesin diesel YANMAR TF85 MH dan pengukuran manual pada engine. Dalam percobaan simulasi ini dibuat beberapa variabel dari jumlah mask yang akan dibuat pada intake valve. Jumlah dari mask itu sendiri adalah 3 dan 6 mask.



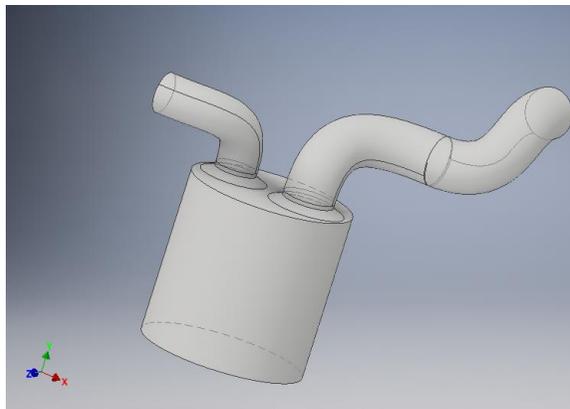
Gambar 3.2 Permodelan Intake Valve Dengan 3 Mask



Gambar 3.3 Permodelan Intake Valve dengan 6 Mask

4. Flow Area

Flow area dibuat sedemikian rupa agar aliran udara pada simulasi CFD dapat masuk dan terlihat seperti apa aliran yang terjadi nantinya.



Gambar 3.4 Permodelan Flow Area

5. Assembly

Setelah membuat part-part yang dibutuhkan untuk simulasi, kemudian part-part tersebut akan digabungkan jadi satu. Dengan diberikan intake valve lift setinggi 3 mm dan 4 mm.



Gambar 3.5 Assembly dari Valve dan Flow Area

III. 4 Simulasi Permodelan Menggunakan CFD ANSYS FLUENT

Setelah proses permodelan selesai selanjutnya adalah proses simulasi percampuran CNG dengan bahan bakar diesel menggunakan aplikasi CFD ANSYS FLUENT. Data yang dilihat adalah bagaimana bentuk aliran turbulen yang terbentuk akibat penambahan mask pada intake valve. Yang efeknya akan berimbas terhadap aliran udara yang tercipta.

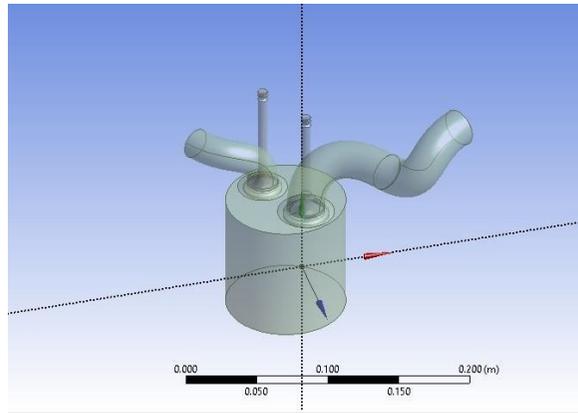


Gambar 3.6 Ansys Fluent

Untuk melakukan simulasi dengan Ansys Fluent memerlukan tahap-tahap memasukkan data permodelan.

1. Geometry

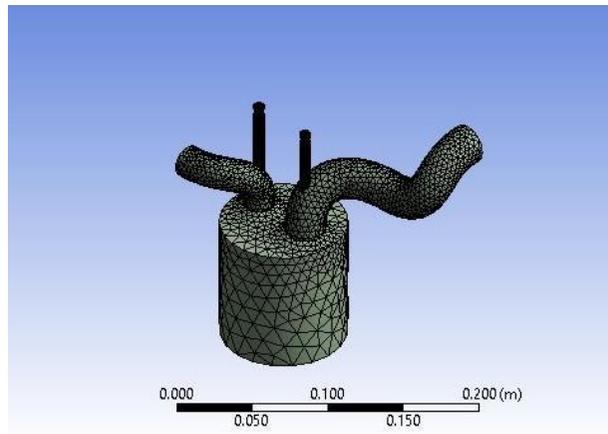
Geometry adalah langkah pertama dimana penentuan bagian-bagian yang akan dilalui udara mulai dari masuknya udara, tempat perubahan aliran yang dilihat, dan tempat keluar udara. Dimensi yang dibuat dari permodelan autodesk inventor yang dimasukan ke CFD ansys fluent.



Gambar 3.7 Menginput Model ke Geometri pada Ansys

2. Meshing

Langkah berikutnya adalah meshing, Langkah ini bertujuan untuk membuat daerah luasan yang akan analisa oleh software. Langkah ini sangat penting karena banyak berpengaruh pada perhitungan yang akan dianalisa, semakin kecil luasannya semakin detail perhitungannya, namun semakin berat juga proses meshingnya



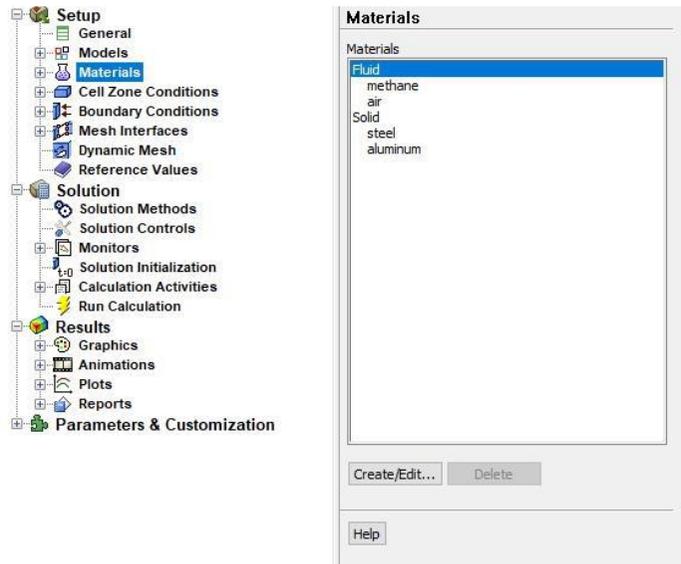
Gambar 3.8 Proses Meshing

3. Setup

Langkah selanjutnya adalah setup, dilangkah ini tempat mensetup berbagai macam hal, seperti material, dan boundary condition. Material tempat menyeting udara apa yang mau dialirkan dan material dari permodelan

yang akan disimulasi. Untuk boundary condition adalah untuk memberikan keadaan seperti kondisi yang sebenarnya.

Pada simulasi ini setup boundary condition diberikan kecepatan masuk aliran udara sebesar 68.3 m/s dan tekanan udara 1 ATM. Dan untuk input CNG diberikan tekanan sebesar 2 ATM.



Gambar 3.9 Proses Setup

4. Solver

Proses solver CFD bertujuan untuk melakukan proses pengolahan data dengan perhitungan numerik computer dari semua parameter-parameter yang ditentukan pada domain dan boundary condition.

Pada tahap ini, parameter yang digunakan adalah :

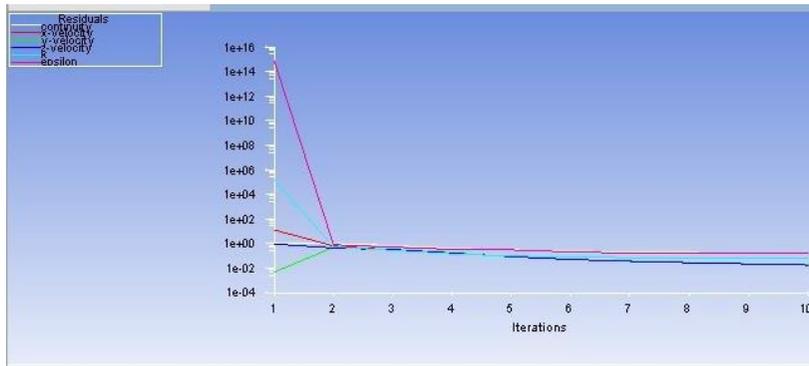
Maksimum iteration : 1000

Timescale control : Automatic time scale.

Iterasi diatas digunakan untuk memperoleh konvergensi, yaitu kesesuaian (matching) antara input dan output. Semakin banyak iterasinya semakin bagus simulasi yang dilakukan tetapi memakan waktu lama, dan semakin kecil selisih konvergensi maka hasil akan semakin akurat.

5. Run Calculation

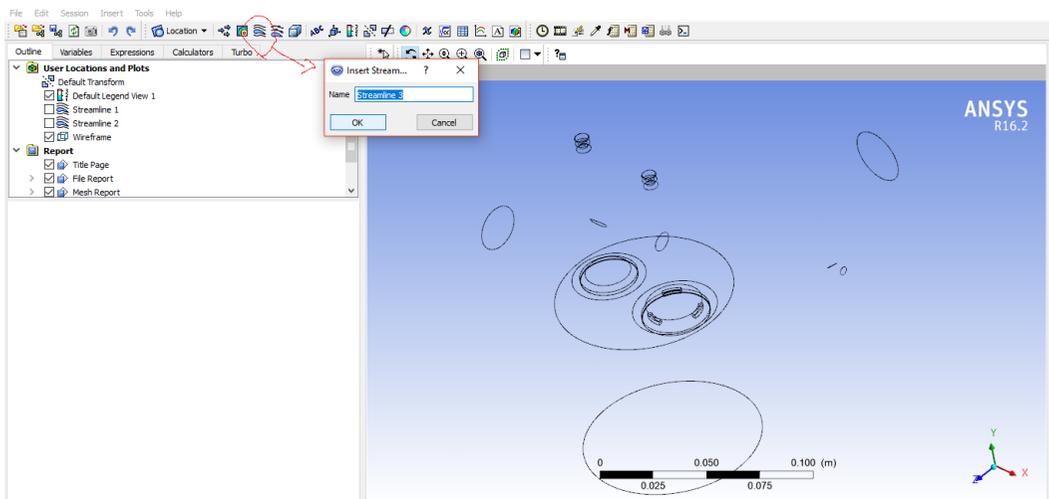
Proses dimana simulasi dimulai dengan iterasi yang sudah disetup sebelumnya



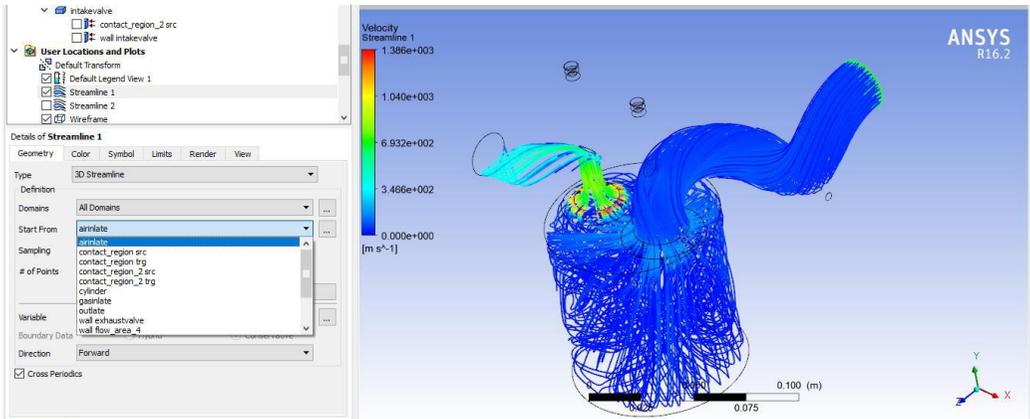
Gambar 3.10 Proses Calculation

6. Result

Setelah calculation selesai kemudian tahap selanjutnya adalah membuka result dan mendarapatkan hasil seperti ini. Untuk membuat alirannya terlihat, click streamline pada tool di ansys. Hasil dari calculation juga bisa dilihat menurut apa yang sudah disimulasikan, untuk simulasi ini menghitung kecepatan rata-rata dan turbulensinya.



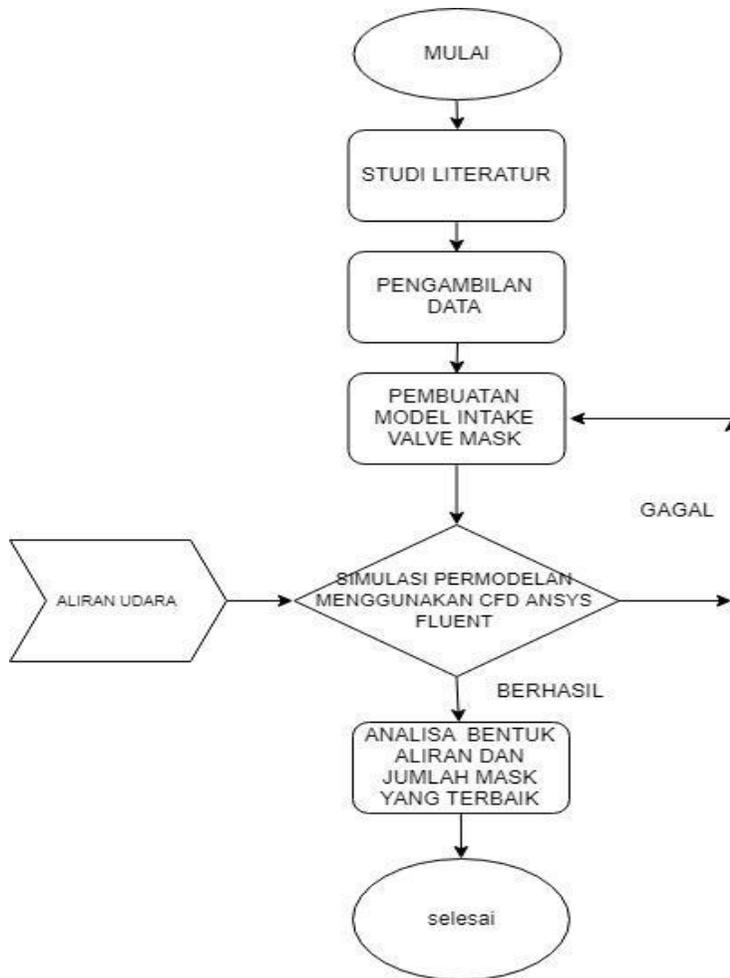
Gambar 3.11 Result



Gambar 3.12 Result gambar aliran udara

III. 5 Analisa dan Pembahasan kesimpulan

Setelah simulasi menggunakan CFD selesai, Analisa yang diambil dari data CFD tersebut adalah yang pertama, Analisa aliran udara yang masuk akibat penambahan mask. Kedua, Menganalisa jumlah mask yang membentuk aliran turbulen terbaik. Kemudian dilakukan pengambilan kesimpulan dari simulasi tersebut.



Text

Text

Gambar 3.13 Flowchart Metodologi Penelitian

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BAB IV

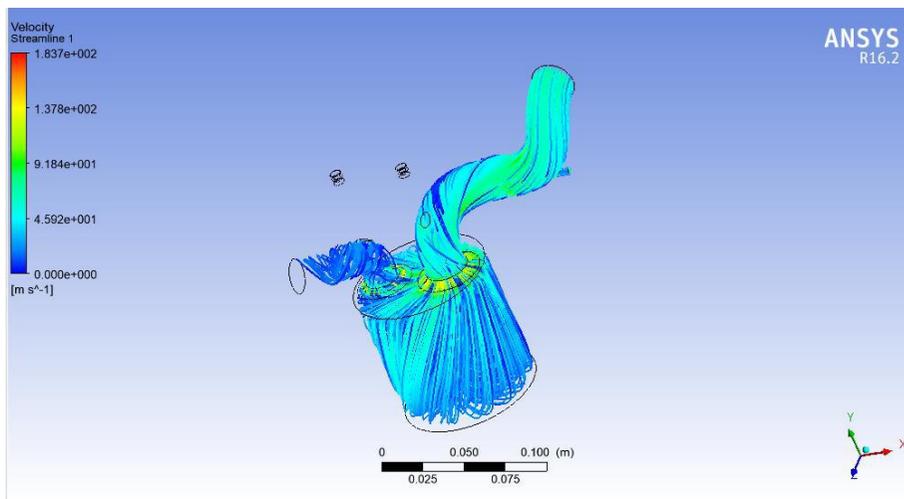
HASIL dan PEMBAHASAN

IV.1. Hasil dan Pembahasan

a. Bentuk udara hasil dari simulasi

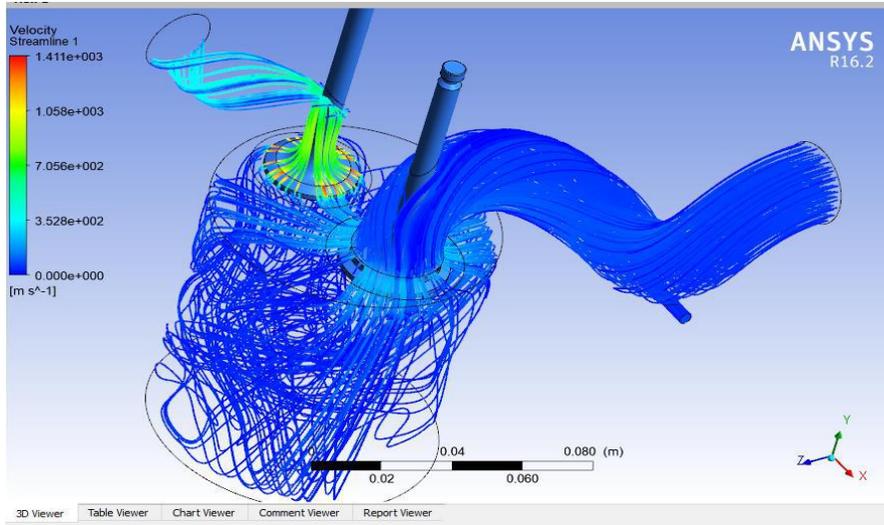
Beberapa bentuk aliran yang terbentuk dari hasil simulasi dilihat dari beberapa variabel. Mulai dari simulasi menggunakan valve biasa sebagai perbandingan lalu valve dengan jumlah mask 3 dan valve dengan jumlah valve 6. Untuk valve liftnya digunakan setinggi 3 mm dan 4 mm untuk setiap masing-masing valve.

1. Valve biasa dengan valve lift 3mm



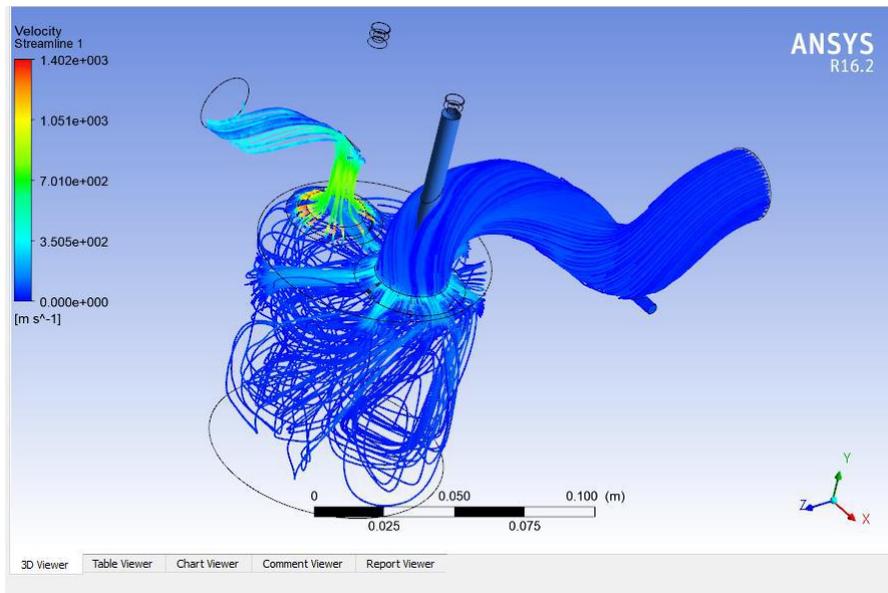
Gambar 4.1 Result aliran udara valve biasa dengan valve lift 3mm

2. Valve 3 mask dengan valve lift 3mm



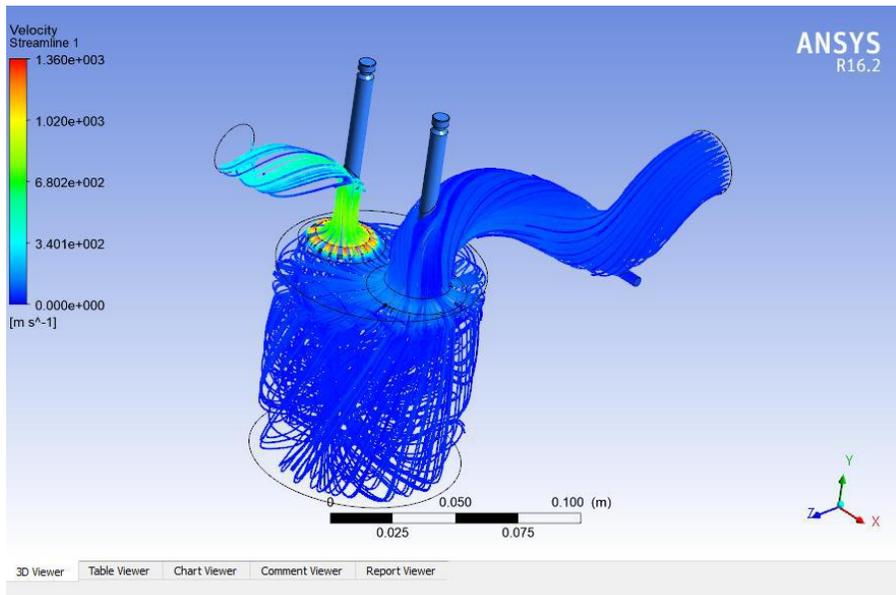
Gambar 4.2 Result liran udara valve 3 mask dengan valve lift 3mm

3. Valve 6 mask dengan valve lift 3mm



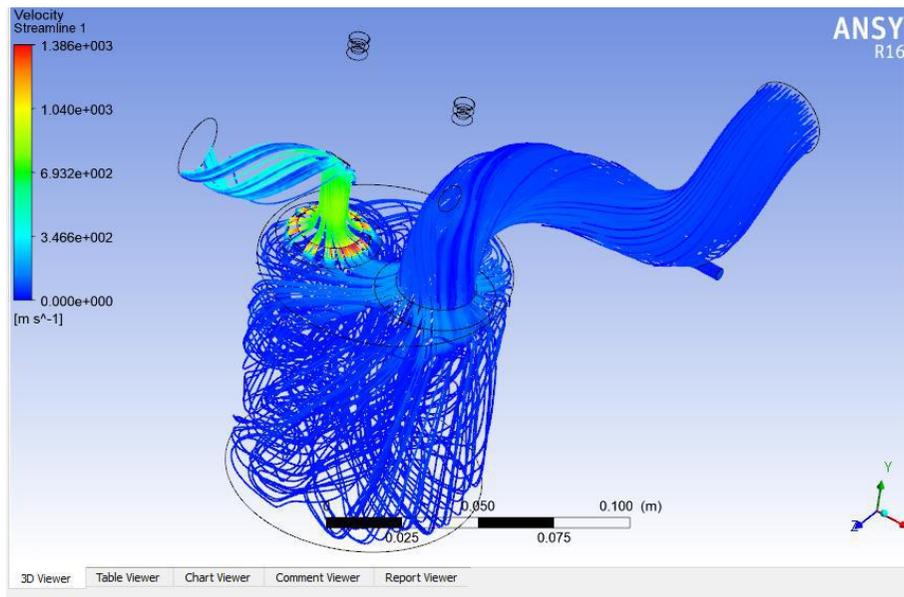
Gambar 4.3 Result Aliran udara valve 6 mask dengan valve lift 3mm

4. Valve biasa dengan valve lift 4mm



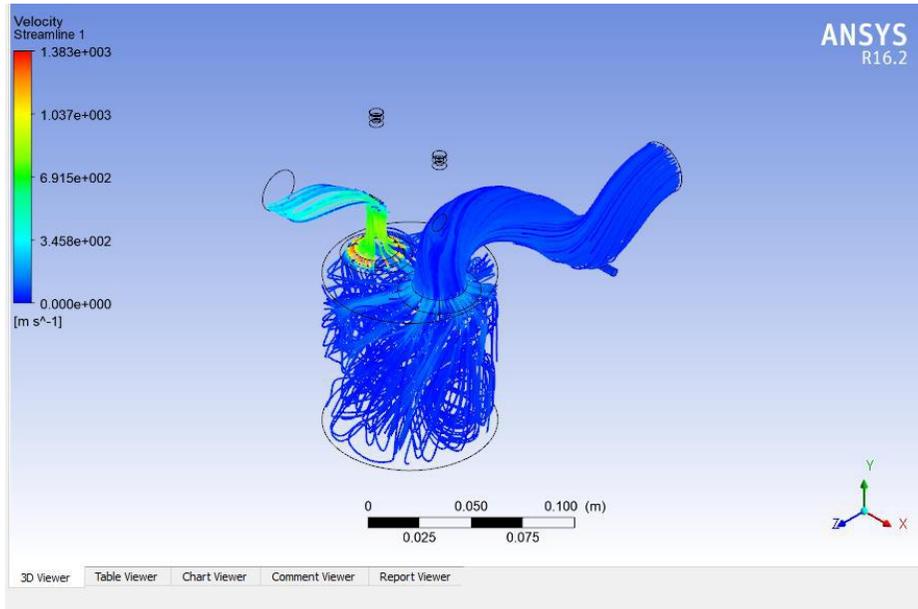
Gambar 4.4 Result aliran udara valve biasa dengan valve lift 4mm

5. valve 3 mask dengan valve lift 4mm



Gambar 4.5 Result aliran udara valve 3 mask dengan valve lift 4mm

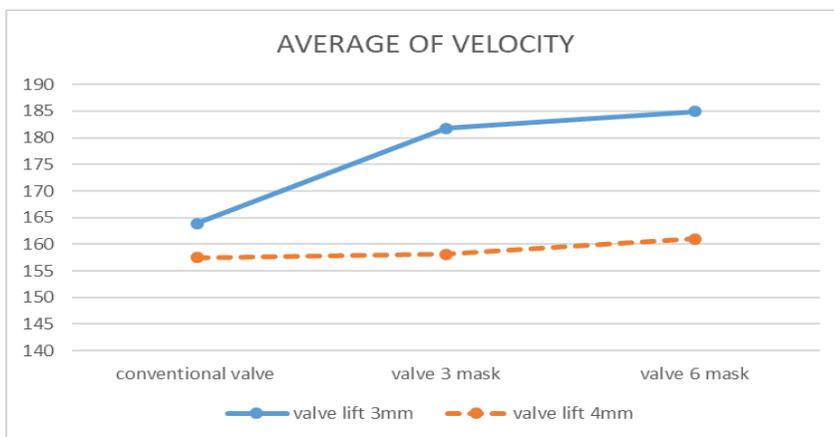
6. valve 6 mask dengan valve lift 4mm



Gambar 4.6 result aliran udara valve 6 mask dengan valve lift 4mm

b. Kecepatan rata-rata udara dan gas yang masuk

Hasil perhitungan kecepatan rata-rata yang didapat dari hasil simulasi dapat dilihat di result pada ansys fluent, kecepatan rata-rata yang diambil adalah kecepatan rata-rata udara mulai masuk hingga ke cylinder sampai keluar.

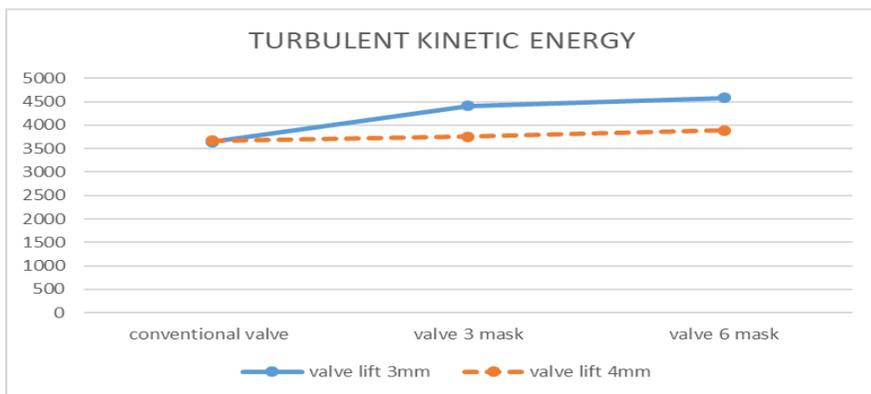


Grafik 4.1 Grafik kecepatan rata-rata

Dari hasil diagram diatas valve dengan 6 mask pada valve lift 3mm memiliki kecepatan rata-rata tertinggi dengan nilai 184.9 m/s pada valve lift 4mm sebesar 161 m/s. Untuk valve dengan 3 mask pada valve lift 3mm sebesar 181.1 m/s dan pada valvelift 4mm sebesar 158.08 m/s. Valve biasa pada valve lift 3mm sebesar 165.8 m/s dan pada valve lift 4mm sebesar 157.8 m/s.

c. Turbulen kinetic energi

Dari simulasi yang dilakukan didapat nilai Turbulen kinetic energi.. Turbulen kinetic energi berbanding lurus dengan Intensitas turbulensi. Semakin besar turbulen kinetiknya semakin besar nilai intensitas turbulensinya.

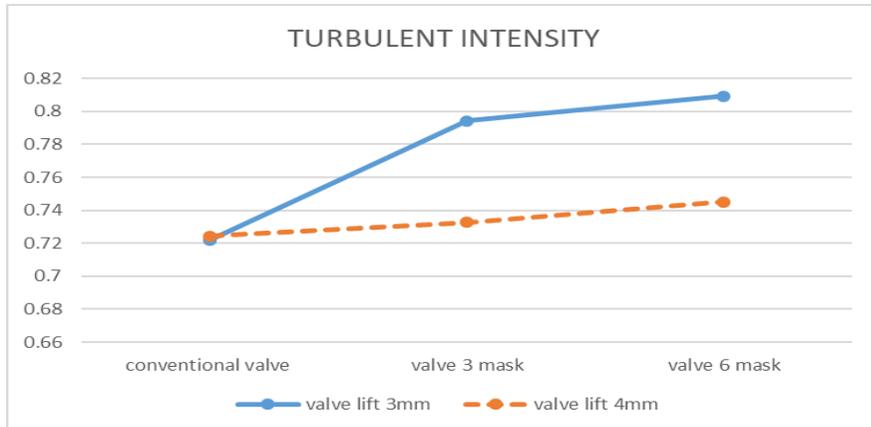


Grafik 4.2 Grafik Turbulen Kinetic energi

Dari hasil diagram turbulen kinetic eneri diatas valve dengan 6 mask pada valve lift 3mm memiliki turbulen kinetic tertinggi dengan nilai 4583 J/kg, dan pada valve lift 4mm sebesar 3886 J/kg. Untuk valve dengan 3 mask pada valve lift 3mm sebesar 4414.32 J/kg dan pada valvelift 4mm sebesar 3757.99 J/kg . Valve biasa pada valve lift 3mm sebesar 3646.7 J/kg dan pada valve lift 4mm sebesar 3671.79 J/kg.

d. Turbulen Intensitas

Dari simulasi yang dilakukan didapat nilai intensitas turbulensi, intensitas turbulensi adalah banyaknya jumlah turbulensi yang terbentuk pada simulasi yang telah dilakukan.



Grafik 4.3 Grafik Intensitas turbulensi

Bisa dilihat untuk intensitas turbulensi pada valve dengan 6 mask dengan valve lift 3mm merupakan intensitas turbulensi tertinggi dengan nilai 0.8 lebih, dan pada valve lift 4mm sebesar 0.74. Untuk valve dengan 3 mask pada valve lift 3mm sebesar 0.79 dan pada valve lift 4mm sebesar 0.73. nilai terendah ada pada valve biasa dengan nilai 0.721 untuk valve lift 3mm dan 0.724 pada valve lift 4mm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. kesimpulan

1. Dari simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan dengan penambahan mask pada intake valve meningkatkan intensitas turbulensi dimana intensitas turbulensi mempengaruhi aliran turbulen yang terbentuk pada ruang bakar. Dengan perbandingan 0.8 : 0.72 untuk valve dengan 6 mask dengan valve biasa pada valve lift 3mm.
2. Untuk penambahan jumlah mask yang terbaik dapat disimpulkan penambahan jumlah mask sebanyak 6 buah adalah jumlah terbaik dibandingkan dengan 3 mask. Diambil dari intensitas turbulensinya, 6 mask lebih besar dibandingkan 3 mask dengan nilai 0.809 dan 0.79 pada valve lift 3mm. Semakin besar intensitas turbulensi semakin meningkat fluktuasi kecepatan udara.

V.2. Saran

1. Untuk kedepannya Tugas akhir ini bisa dilanjutkan dengan menambahkan variabel pada jumlah mask, seperti 2 mask, 4 mask, 5 mask.
2. Jika ingin melakukan simulasi seperti simulasi ini mungkin bisa menggunakan tambahan geometri lainya seperti mask dengan posisi vertikal, atau tambahan geometri berupa cekungan.
3. Jika melakukan simulasi menggunakan CFD Ansys Fluent lebih dipahami lagi untuk boundary condition dan meshingnya karena jika salah memasukan setup akan berpengaruh ke hasil akhirnya.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

- Yerrennagoudaru H., Desai S.P., 2014, Effect of inlet air swirl on four stroke single cylinder diesel engine performance, *International Journal of Recent Development in Engineering and Technology*, Vol 2 (6).
- Suardi, I Made Ariana, Aguk Zuhdi M. F. 2015. "KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN BAHAN BAKAR BIOSOLAR PADA MESIN DIESEL DUAL FUEL BERBAHAN BAKAR BIOSOLAR DAN CNG". Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Indonesia.
- Wahyu Hidayat. Arif, Semin & Aguk Zuhdi M.F. 2013. "KAJIAN EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA DUAL FUEL ENGINE HASIL MODIFIKASI DARI DIESEL ENGINE". Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya, Indonesia.
- Cahyono B., Nugroho T.F., Mardhi, Bakar R.A., 2016, Effect of swirl generator intake manifold on engine performance using ethanol/gasoline blend, *Asian Journal of Applied Science*, Vol 04 (06).
- Zoltowski A., 2014, Investigation of combustion process in dual fuel diesel engine, *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Volume 21, no 2, pp. 303-309.
- R.S. Laramée , D. Weiskopf, J.Schneider, H. Hauser ,Investigating swirl and tumble flow with a comparison of visualization techniques, 2004.
- Abhilash M Bharadwaj , K Madhu, Seemanthini J, Vismay K G, Anand M Shivapuji & Aravind T6 , Study of Swirl and Tumble Motion using CFD, 2013
- Yuesheng He, M.S. , EFFECT OF INTAKE PRIMARY RUNNER BLOCKAGES ON COMBUSTION CHARACTERISTICS AND EMISSIONS IN SPARK IGNITION ENGINES , 2007
- Wan Nurdiyana Wan Mansor , DUAL FUEL ENGINE COMBUSTION AND EMISSIONS AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION COUPLED WITH COMPUTER SIMULATION, Dissertation, Colorado State University, 2014
- Yuesheng He, M.S., EFFECT OF INTAKE PRIMARY RUNNER BLOCKAGES ON COMBUSTION CHARACTERISTICS AND EMISSIONS IN SPARK IGNITION ENGINES, Dissertation Graduate School of The Ohio State University 2007
- Pablo Olmeda, Jaime Martín , Ricardo Novella, Ricardo Carreño, An adapted heat transfer model for engines with tumble motion, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, 2015.

- S. Bari, CFD modelling of the effect of guide vane swirl and tumble device to generate better in-cylinder air flow in a CI engine fuelled by biodiesel, Barbara hardy institute, Australia, 2013.
- P.G. Hill , D. Zhang, The effect of swirl and tumble on combustion in spark ignition engines., Department of Mechanical Engineering, The University of British Columbia, 1994.
- K.M Pandey & Bidesh Roy,CFD Analysis of Intake Valve for Port Petrol Injection SI Engine, Global Journal of Researches in Engineering Mechanical and Mechanics Engineering, 2012.
- M D Raj Kamal, S.Kaliappan, S.Socrates, G.Jagadeesh Babu, CFD Analysis of Single Cylinder IC Engine Inlet Swirl Valve, Department of Mechanical Engineering, Velammal Institute of Technology, Chennai601204, India, 2017.
- Adrian Clenci, Adrian Bîzîiac , Pierre Podevin , Georges Descombes , Michael Deligant and Rodica Niculescu, Idle Operation with Low Intake Valve Lift in a Port Fuel Injected Engine, University of Pitesti, str. Tg. din Vale nr. 1, Pitesti 110040, Romania, 2013.
- Karol Grab-Rogaliński, Stanisław Szwaja, INFLUENCE OF INTAKE VALVE CLOSURE ANGLE ON IC ENGINE INDICATED PARAMETERS, Czestochowa University of Technology, Institute of Thermal Machinery Armii Krajowej Street 21, 42-201 Czestochowa, Poland, 2015.
- R.GOBINATH , G.MATHISELVAN , R.KUMARASUBRAMANIAN, Analysis of Effect of Inlet Swirl In Four Stroke Single Cylinder Diesel Engine With Different Inlet Valve Geometries Using CFD, Assistant Professors, Department of Automobile Engineering, Sathyabama University, 2017.
- MSK Tony Suryo Utomo dan Rama Dwi Prayoga, SIMULASI ALIRAN UDARA DALAM RAM-AIR INTAKE PADA SEPEDA MOTOR SPORT DENGAN MENGGUNAKAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, 2012.

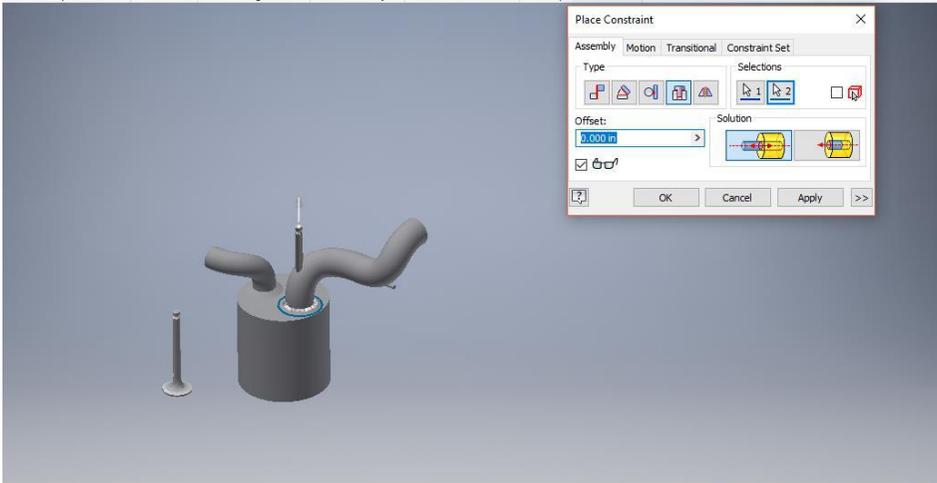
LAMPIRAN



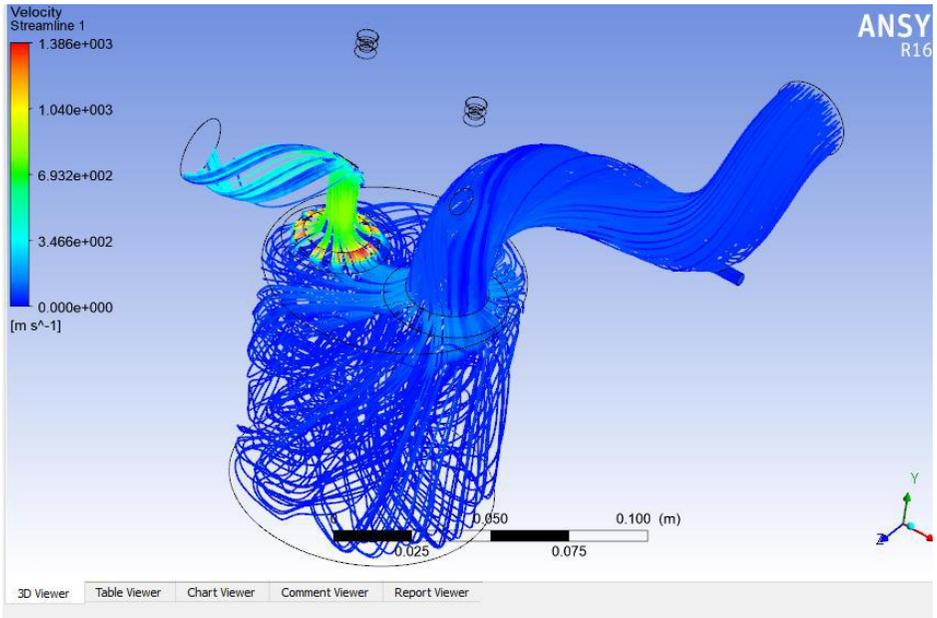
Proses penggambaran valve dengan tambahan geometry berupa mask dengan jumlah 3 mask, 6 mask dan valve biasa.



Proses penggambaran flow area



Proses assembly part-part yang sudah digambar.



Result hasil simulasi menggunakan CFD Ansys Fluent.

item	velocity ave	Turbulen kinetic energi	Turbulen Intensiti
valve lift 3mm			
valve biasa	163.87 m/s	4056 J/kg	0.721911043
valve 3 mask	181.807 m/s	4414.32 J/kg	0.79426527
valve 6 mask	184.988 m/s	4583.33 J/kg	0.809327375
valve lift 4mm			
valve biasa	157.5 m/s	3671.79 J/kg	0.72439023
valve 3 mask	158.087 m/s	3757.99 J/kg	0.732843899
valve 6 mask	161.037 m/s	3886.44 J/kg	0.745263155

Tabel data hasil simulasi didapatkan kecepatan rata-rata, Turbulen kinetic energy, dan Turbulen Intensiti.

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Mohammad Azzam Satriawansyah , merupakan putra nomor 2 dari 3 bersaudara. Ayah dari penulis bernama Mohammad Lukman Satriawansyah dan Ibu dari penulis bernama Rif'ah Setiawati. Lahir pada tanggal 30 Maret 1996, di kota Surabaya , Jawa Timur. Penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan formal dasar di SD AL-Hikmah Surabaya, jenjang menengah pertama di SMP AL-Hikmah Surabaya, jenjang menengah atas di SMA AL-Hikmah Surabaya dan melanjutkan pendidikan tinggi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Program Reguler, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Surabaya di bidang *Marine Power Plant (MPP)*. Penulis pernah menjalankan *on the job training* di beberapa perusahaan yaitu PT. Dok Perkapalan Surabaya dan PT. Pelita Samudera jaya. Selain aktivitas akademik, penulis berpengalaman dan aktif tergabung dalam beberapa aktivitas organisasi dan unit kegiatan mahasiswa. Penulis pernah bergabung dan aktif dalam Unit Kegiatan Mahasiswa Flag Football ITS dan pernah menjabat sebagai ketua Unit Kegiatan Mahasiswa Flag Football ITS pada tahun 2016. Selain itu, penulis aktif dalam mengikuti kegiatan pengembangan *softskills* seperti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Pra Tingkat Dasar dan Tingkat Dasar, Penulis dapat dihubungi melalui:

azzamsatriawansyah@gmail.com.

azzamsatriawansyah@yahoo.co.id

ID Line: azzamsatria

HP : 082231361545