

PENGARUH BENTUK RUNNER *INTAKE MANIFOLD* TERHADAP POLA ALIRAN FLUIDA DENGAN MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Nur Aklis, Sarjito, Agus Pranoto Syah

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

e-mail: Nur.Aklis@ums.ac.id

ABSTRAK

Intake manifold merupakan salah satu komponen yang sangat penting. Fungsi intake manifold adalah untuk menghantar udara ke silinder atau ruang bakar, posisi dan sudut belokan pada runner sangat berpengaruh terhadap kesempurnaan pencampuran bahan bakar didalam silinder atau ruang bakar. Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah untuk mengetahui perbedaan karakteristik aliran fluida, keseragaman pendistribusian aliran fluida dimasing-masing runner dan untuk mengetahui tingkat turbulensi aliran fluida pada silinder atau ruang bakar pada intake manifold standar dan setelah dimodifikasi.

Penelitian dilakukan dengan merubah geometri sudut runner intake manifold standar yang memiliki sudut 80° menjadi 65°. Desain pembuatan intake manifold dengan menggunakan software solidworks 2013.

Dari hasil simulasi CFD didapat nilai-nilai kecepatan dan penurunan tekanan pada outlet dimasing-masing runner yang menunjukkan perbedaan antara intake manifold standar dan setelah dimodifikasi. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan perbedaan pusaran (vortex) yang terjadi didalam silinder atau ruang bakar antara intake manifold standar dan setelah dimodifikasi.

Kata kunci : *Intake manifold, Runner, Vortex*

PENDAHULUAN

Intake manifold merupakan salah satu komponen yang sangat penting. Fungsi intake manifold adalah untuk menghantar udara ke silinder atau ruang bakar. Bentuk intake manifold berupa pipa tabung yang jumlahnya tergantung silinder, intake manifold harus mampu mensuplai udara secara merata pada saluran runner dan menjadikan aliran udara didalam silinder bersifat turbulen (swirl flow) yang berpengaruh terhadap pencampuran bahan bakar didalam silinder atau ruang bakar.

Faktor yang berpengaruh terhadap aliran fluida di intake manifold adalah bentuk desain dari runner dan plenum pada intake manifold tersebut. Hal ini dapat

dibuktikan dari penelitian yang dilakukan oleh Solanki (2015), melakukan studi pada desain intake manifold yang berbeda untuk perbaikan kinerja mesin empat tak pada empat silinder. Dari pengamatan analisis CFD dapat disimpulkan bahwa intake manifold setelah dimodifikasi dibagian runner dan plenum menunjukkan kecepatan yang tinggi dan garis-garis aliran didistribusikan dengan baik dan memberikan kecepatan turbulensi yang lebih jika dibandingkan dengan intake manifold sebelumnya. Mobil Esemka Rajawali merupakan mobil yang dipersiapkan sebagai mobil nasional, untuk mengembangkan mobil tersebut perlu dilakukan beberapa penelitian, salah satu bagian yang perlu diteliti adalah intake

manifold. Dalam tugas akhir ini penulis ingin mengetahui bagaimana pengaruh bentuk sudut runner intake manifold mobil Esemka.

Dalam beberapa penelitian terdahulu, CFD (computational fluid dynamics) telah banyak digunakan untuk meneliti intake manifold. Terlihat bahwa aliran fluida didalam intake manifold bisa sepenuhnya dikembangkan, serta kita dapat melihat karakteristik aliran fluida selama tahap desain intake manifold.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perbedaan karakteristik aliran fluida pada intake manifold standar dan setelah dimodifikasi.
2. Untuk mengetahui keseragaman pendistribusian aliran fluida pada masing-masing runner intake manifold standar dan setelah modifikasi.
3. Untuk mengetahui tingkat turbulensi aliran fluida didalam silinder.

TINJAUAN PUSTAKA

Solanki (2015), melakukan studi tentang simulasi pada desain intake manifold yang berbeda untuk perbaikan kinerja mesin empat tak pada empat silinder. Dari pengamatan analisis CFD dapat disimpulkan bahwa model baru pada intake manifold setelah dimodifikasi pada bagian runner dan plenum menunjukkan kecepatan udara masuk dan mendistribusikan udara secara merata di semua runner dengan kecepatan tinggi dan tingkat turbulensi lebih baik dari pada model sebelumnya.

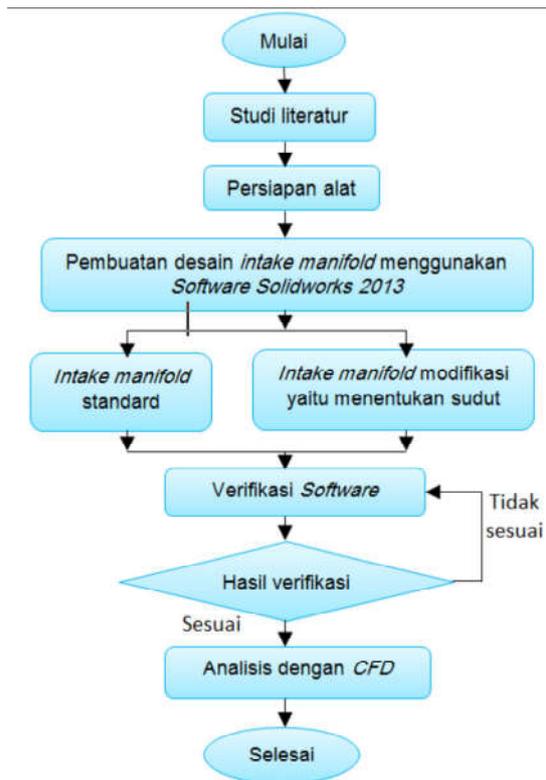
Aadepu (2014), melakukan penelitian tentang desain intake manifold IC dengan meningkatkan volumetrik. Pada penelitian tersebut dilakukan dua simulasi software yaitu satu dimensi dan tiga dimensi, simulasi software satu dimensi bertujuan untuk mendapatkan konfigurasi intake manifold yang memberikan efisiensi volumetrik lebih baik sedangkan simulasi CFD bertujuan untuk memvisualisasikan aliran fluida didalam intake manifold dan pada

penelitian ini dilakukan pada kondisi steady state. Perubahan plenum dilakukan untuk memperbaiki pola aliran fluida menuju runner dengan merubah desain plenum yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja intake manifold, dari hasil penelitian tersebut memberikan peningkatan 7% efisiensi volumetrik dapat dicapai.

Ebrahimi (2006), melakukan studi dengan mengoptimalkan intake manifold menggunakan analisis 3D CFD dengan mengamati efek panjang runner pada efisiensi volumetrik. Dalam studi ini disajikan metode yang kuat untuk mengevaluasi kinerja intake manifold, prosedur dan hasil simulasi dalam kondisi steady dan unsteady sebagaimana yang telah dipilih, Menurut hasil ini beberapa saran telah direkomendasikan untuk meningkatkan kinerja intake manifold. Untuk mencapai efisiensi volumetrik yang menguntungkan dari berbagai putaran mesin disarankan untuk meningkatkan panjang runner IM 120% dari intake manifold awal, menurut hasil simulasi 3D komputasi CFD dapat digunakan sebagai alat yang berguna untuk mengoptimalkan desain dari intake manifold.

Di dalam penelitian ini akan melakukan perubahan geometri pada sudut runner intake manifold mobil Esemka yang memiliki sudut 80° dan akan dimodifikasi menjadi 65°, perubahan ini dimaksudkan agar aliran fluida yang masuk didalam silinder atau ruang bakar bersifat turbulen (swirl flow), pusaran (vortex) ini dibutuhkan untuk pencampuran udara dan bahan bakar didalam silinder atau ruang bakar.

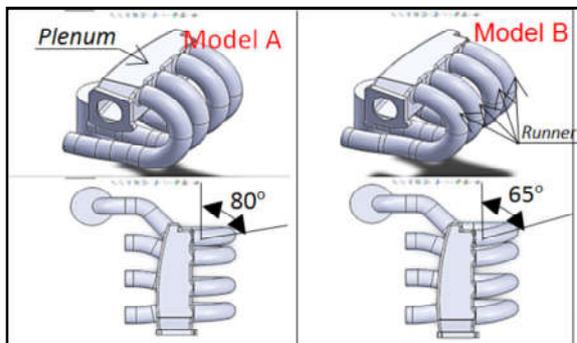
METODOLOGI PENELITIAN
Diagram alir penelitian



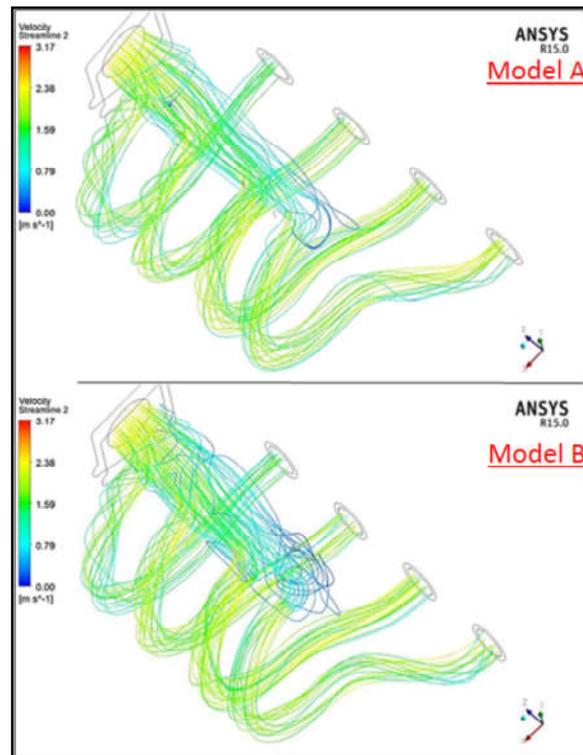
Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN
Data Profil Intake Manifold

Proses analisis ini dibuat dengan dua model intake manifold. Yaitu menyerupai intake manifold standar (A) mobil Esemka dan intake manifold yang telah dimodifikasi (B) dengan membedakan sudut runner, untuk dimensi lainnya beserta plenum yang sama. Perbedaan intake manifold dapat kita lihat pada gambar di bawah ini (gambar 2).



Gambar 2. Model intake manifold A dan B Keseragaman Pendistribusian Aliran Fluida pada Runner



Gambar 3. Garis arus aliran fluida model A dan B

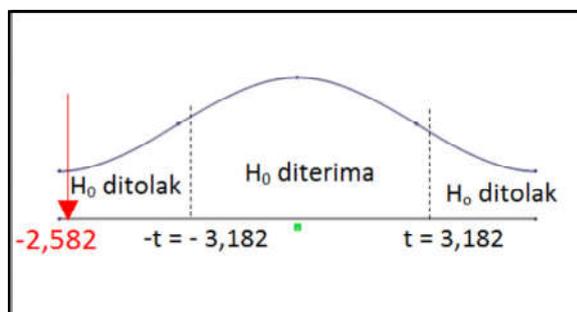
Garis arus liran fluida pada ke dua model intake manifold dapat kita lihat pada gambar 3. Terlihat bahwa aliran fluida ke dua model intake manifold memiliki perbedaan sebelum dan sesudah dimodifikasi. Hal ini bisa kita lihat pada model B kecepatan aliran fluida pada bagian runner menunjukkan garis arus berwarna kuning lebih dominan yang berarti kecepatan aliran fluida tetap terjaga karena sudut runner telah dimodifikasi dan jika dibandingkan dengan model A (standar) yang memiliki sudut runner tajam sehingga berpengaruh pada kecepatan aliran fluida karena belokan mendadak pada runner.

Dari hasil komputasi CFD didapat hasil kecepatan dari masing-masing outlet pada runner kedua model intake manifold.

Tabel 1. Kecepatan pada outlet model A dan B

Intake manifold standar (A)	Intake manifold modifikasi (B)
Runner 1 = 1,0105 m/s	Runner 1 = 1,0389 m/s
Runner 2 = 1,2282 m/s	Runner 2 = 1,2389 m/s
Runner 3 = 1,2431 m/s	Runner 3 = 1,2443 m/s
Runner 4 = 1,2726 m/s	Runner 4 = 1,2967 m/s

Hasil yang didapat dari komputasi CFD, dapat disimpulkan bahwa intake manifold standar dan setelah dimodifikasi memiliki perbedaan kecepatan pada outlet di masing-masing runner. Perbedaan ini dapat diketahui dengan uji t test pada software SPSS, dimana pengujian ini digunakan untuk mengetahui perbedaan statistik rata-rata kecepatan aliran fluida pada masing-masing runner sebelum dan sesudah dimodifikasi berdasarkan perbandingan antara t_{hitung} dengan t_{tabel} . Dalam perhitungan yang dilakukan dengan software SPSS diketahui t_{hitung} menunjukkan nilai -2,582 sedangkan t_{tabel} 3,183.

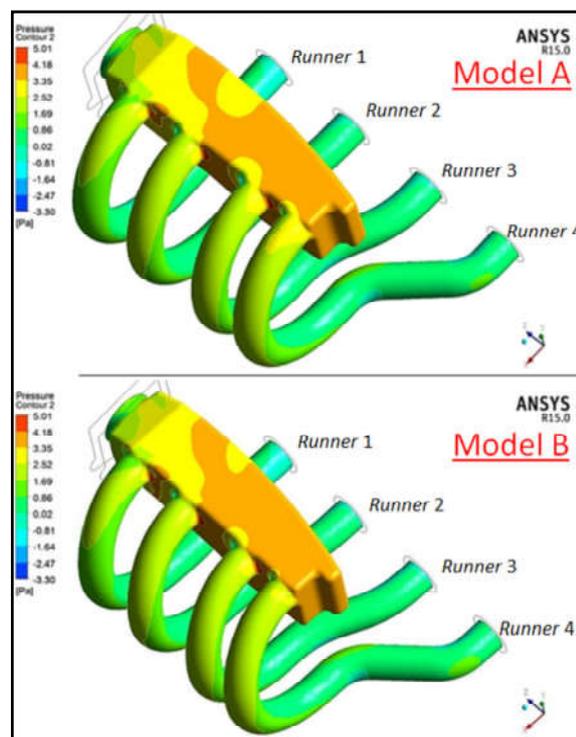


Gambar 4. Perbedaan statistik kecepatan model A dan B

Dari keterangan (gambar 4) dimana H_0 yaitu rata-rata kecepatan aliran fluida sebelum dan sesudah dimodifikasi adalah sama atau tidak berbeda secara signifikan dan H_1 yaitu rata-rata kecepatan aliran fluida sebelum dan sesudah dimodifikasi adalah tidak sama atau berbeda secara signifikan. Dari keterangan kurva diatas menunjukkan t_{hitung} terletak pada daerah H_0 ditolak, maka H_1 diterima dan dapat disimpulkan bahwa

kecepatan aliran fluida intake manifold sebelum dan sesudah dimodifikasi adalah tidak sama atau berbeda secara signifikan.

Dalam aliran fluida terdapat penurunan tekanan dari suatu titik ke hilir titik. Kontur tekanan pada kedua model intake manifold dapat dilihat pada (gambar 5), dapat kita lihat keterangan pada legend warna merah menunjukkan tekanan tertinggi dengan nilai 5,01 (Pa) dan warna biru menunjukkan tekanan terendah dengan nilai -3,30 (Pa) sebagai mana batasan yang telah dipilih. Pada kedua gambar model intake manifold dapat kita lihat tekanan tinggi terjadi pada bagian plenum kemudian menurun disetiap bagian runner.



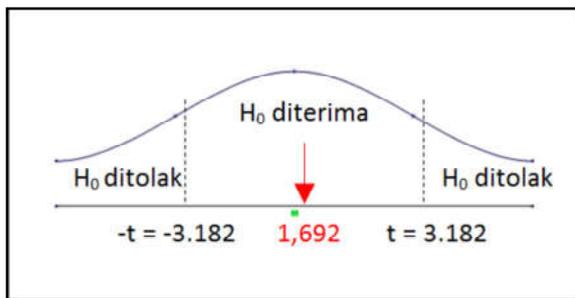
Gambar 5. Kontur tekanan pada model A dan B

Dari hasil komputasi CFD didapat nilai-nilai tekanan pada bagian inlet dan bagian outlet dimasing-masing runner menunjukkan penurunan tekanan aliran fluida didalam intake manifold, dari hasil CFD didapat nilai tekanan pada inlet model A = 1,5770 (Pa) dan model B = 1,5735 (Pa). sedangkan tekanan pada outlet dimasing-masing runner dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Penurunan tekanan pada model A dan B

<i>Intake manifold standar (A)</i>	<i>Intake manifold modifikasi (B)</i>
<i>Runner 1 = 0,1323 (Pa)</i>	<i>Runner 1 = 0,0120 (Pa)</i>
<i>Runner 2 = 0,0233 (Pa)</i>	<i>Runner 2 = 0,0088 (Pa)</i>
<i>Runner 3 = 0,0243 (Pa)</i>	<i>Runner 3 = 0,0138 (Pa)</i>
<i>Runner 4 = 0,0506 (Pa)</i>	<i>Runner 4 = 0,0627 (Pa)</i>

Dari hasil CFD tersebut dapat kita lihat bahwa perbedaan sudut runner berpengaruh pada penurunan tekanan yang terjadi pada aliran fluida di intake manifold. Dalam perhitungan yang dilakukan dengan software SPSS diketahui t_{hitung} menunjukkan nilai 1,692 sedangkan t_{tabel} 3,183.



Gambar 6. Perbedaan penurunan tekanan model A dan B

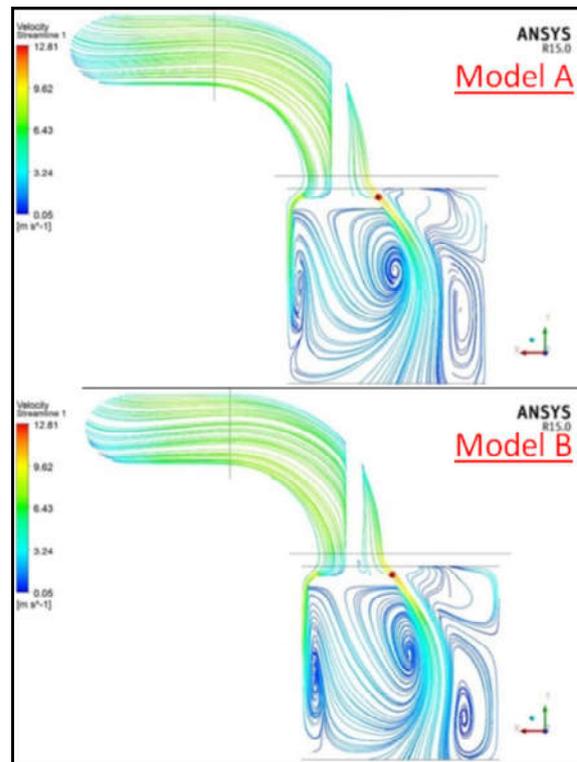
Dari keterangan diatas (gambar 6) t_{hitung} terletak pada daerah H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan aliran fluida intake manifold sebelum dan sesudah dimodifikasi adalah sama atau tidak berbeda secara signifikan.

Hasil Simulasi Aliran Fluida pada Silinder

Aliran fluida pada silinder atau ruang bakar dari ke dua model intake manifold dapat kita lihat pada gambar 7, untuk model A pada bidang plane X,Y dengan nilai arah Z = -0,16 m dan model B pada bidang plane X,Y dengan nilai arah Z = -0,17 m sebagaimana batasan yang telah dipilih untuk kedua model.

Terlihat aliran fluida yang mengalir pada bagian katup menuju silinder atau

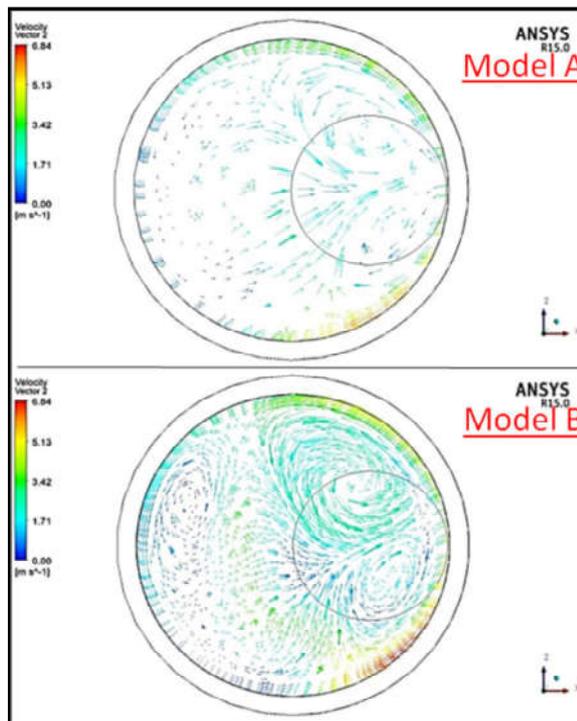
ruang bakar menunjukkan kecepatan yang tinggi, ini dibuktikan dengan kontur garis streamlines berwarna merah dari koordinat (-0,2067, -0,2034, -0,1699) kisaran yang dipilih untuk kedua model menunjukkan kecepatan 5,8515 m/s untuk model A dan model B menunjukkan kecepatan 10,6081 m/s.



Gambar 7. Garis arus aliran fluida pada silinder model A dan B

Perbedaan sudut runner mengakibatkan pusaran (vortex) aliran fluida mengalami perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan sudut runner intake manifold standar. Sedangkan gambar 8 adalah vektor kecepatan yang diambil pada bidang plane Z,X dengan nilai arah Y = -0,25 m untuk ke dua model, dengan symbol size 3 mm untuk ke dua model sebagaimana batasan yang telah dipilih.

Kita dapat melihat perbedaan pusaran (vortex) yang terjadi pada silinder atau ruang bakar ke dua model intake manifold menunjukkan dengan bantuan komputasi CFD dapat mengetahui kondisi aliran fluida yang sebenarnya.



Gambar 8. Vektor kecepatan pada bidang Z,X

KESIMPULAN

Dari hasil proses simulasi dengan kondisi steady dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik aliran fluida pada intake manifold standar dan modifikasi memiliki perbedaan dikarenakan perubahan sudut pada runner.
2. Keseragaman aliran fluida pada intake manifold standar dan modifikasi memiliki perbedaan dikarenakan perubahan sudut pada runner. Terlihat bahwa setelah dilakukan uji t untuk mengetahui perbedaan statistik kecepatan aliran fluida intake manifold sebelum dan sesudah dimodifikasi adalah tidak sama atau berbeda secara

signifikan, sedangkan penurunan tekanan yang terjadi sebelum dan sesudah dimodifikasi adalah sama atau tidak berbeda secara signifikan.

3. Hasil simulasi aliran fluida pada silinder dari kedua intake manifold memiliki perbedaan jika dilihat pada vektor kecepatan. Perubahan geometri pada runners intake manifold B yang telah dimodifikasi memiliki pusaran (vortex) yang lebih jika dibandingkan dengan intake manifold A, membuktikan tingkat turbulensi yang tinggi jika dibandingkan dengan intake manifold standar.

SARAN

Dari simulasi yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini, terdapat beberapa hal yang mungkin menjadi masukan untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Peningkatan perangkat hardware akan mendukung waktu lamanya proses simulasi menjadi semakin capet dan menurunkan nilai eror pada hasil simulasi.
2. Untuk memprediksi aliran didalam intake manifold yang lebih akurat, kualitas mesh harus cukup tinggi, dengan mengubah skala mesh menjadi sekecil mungkin.
3. Untuk membuat domain pada intake manifold dengan software Ansys 15.0 terbilang sulit, oleh karena itu domain dibuat dengan menggunakan solidworks 2013.
4. Untuk penelitian selanjutnya disarankan juga untuk memodifikasi geometri pada bagian plenum agar didapatkan nilai kecepatan dan tingkat tubulensi yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Ebrahim, Reza. 2006. "Intake Mnanifold Optimazation by Using 3D CFD Analisis with Observing the Effect of Lenght of Runners on Volumetric Efficiency". Proceedings of the 3rd BSME-ASME International Coference on Thermal Engineering, Dhaka, Bangladesh.

- Jafar, M. Hassan. 2014. “*CFD Simulation for Manifold with Tapered Longitudinal Section*”. Department of Mechanical Engineering, University of Technology, Baghdad, Iraq.
- Novianto, Ridwan M. 2014. “Simulasi Perilaku Aerodinamika dalam Kondisi Steady dan Unsteady pada Mobil menyerupai Toyota Avanza dengan CFD”. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Solanki, P. D. 2015. “*Simulation Studies on Different Intake Manifold Designs for Performance Improvement of Four Stroke Four Cylinder Diesel Engine*”. Mechanical Engineering Department, Student of Master of Engg. (I.C Engine and Automobile) SVMIT, Bharuch, Gujarat, India.
- Suresh, Aadepu. 2014. “*Design of Intake Manifold of IC Engines with Improved Volumetric Efficiency*”. Department of Mechanical Engineering, Aurobindo Collage of Engineer and Technology, Ibrahimpatman-501506, Andra Pradesh, India.