

Studi Karakteristik Laju Aliran Campuran Udara Dan Bahan Bakar Pada Beberapa Variasi Intake Manifold Motor Yamaha Vega

Michael Hotama¹⁾, Sutrisno²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : Michaelho9212@gmail.com¹⁾, Sutrisno@petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Pengaruh penambalan permukaan luar intake manifold dengan las diral mengubah bentuk profil intake manifold pada performa motor bakar sepeda motor Yamaha Vega R 110 cc. Salah satu cara untuk meningkatkan performa dari sepeda motor adalah dengan melakukan perubahan bentuk profil *intake manifold standard* ke *intake manifold* modifikasi. *Intake manifold* modifikasi ini bertujuan untuk memperlancar aliran udara dan dapat menyimpan udara disalurkan *intake manifold*. Cara mengubah bentuk profil intake manifold yaitu penambalan pada permukaan luar *intake manifold* menggunakan las diral. Pemilihan bentuk intake manifold pada penelitian ini adalah *intake manifold* modifikasi biasa dan kecil, membandingkan kedua *intake* tersebut dengan *intake manifold standard* pabrik. Metode pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan simulasi aliran dengan menggunakan program komputer ANSYS. Serta dengan melakukan uji *dynotest* untuk mengetahui peningkatan daya dan torsi, sebelum dan sesudah dilakukan pergantian pada masing – masing variasi *intake manifold*. Hasil yang didapat setelah melakukan simulasi adalah *intake manifold* yang profilnya dibentuk menghasilkan *pressure*, *velocity*, dan *turbulent* yang optimal. Hasil tersebut dicapai oleh *intake manifold* modifikasi kedua yang mengalami kemungkinan peningkatan daya sebesar 12% dari *intake manifold standard*. Dan torsi dari modifikasi kedua mengalami kemungkinan peningkatan sebesar 8,41% dari *intake manifold standard*.

Kata kunci: *Intake manifold*, *pressure*, *velocity*, *turbulent*, daya, dan torsi

1. Pendahuluan

Penggunaan transportasi sepeda motor di Indonesia sangat populer. Menurut Badan Pusat Statistik, pengguna sepeda motor di tahun 2016 mencapai angka 80 juta lebih. Alasan orang memilih kendaraan beroda 2 adalah harga murah, dapat menghemat pengeluaran untuk bensin, dan menghindari kemacetan sehingga lebih cepat sampai tujuan. Selain sebagai sarana transportasi pribadi, sepeda motor juga digunakan untuk kompetisi *dragbike*. Penggunaan sepeda motor setiap hari tanpa perawatan akan berpengaruh pada performa motor yang semakin menurun. Ada beberapa faktor yang menyebabkan performa motor menurun. Oli mesin yang belum diganti, sering mengganti jenis bahan bakar yang digunakan dan kondisi mesin yang belum *tune-up* dapat menyebabkan performa motor menurun. Berbagai teknologi dikembangkan untuk meningkatkan performa motor. Teknologi yang dikembangkan terdiri dari beberapa aspek misalnya dari sisi sistem bahan bakar, kenyamanan kendaraan, *body* kendaraan, perbaikan *intake cylinder head*, merubah *gear ratio* kendaraan, memperbesar kompresi kendaraan dan merubah pengapian kendaraan. Salah satu bagian mesin yang dapat meningkatkan performa sepeda motor adalah bagian *intake* atau sistem masukan. *Intake* atau sistem masukan dimodifikasi dengan cara *porting polish*.

Biasanya aliran udara yang mengalir pada sistem masukan atau intake pada kendaraan bermotor kondisi standart tidak efisien (Fox, R. W., 2010). Banyak halangan dalam perjalanan menuju ruang bakar yang membuatnya tidak efisien. Misalnya, pada intake manifold mempunyai banyak belokan – belokan yang tajam. Pada saluran intake yang juga mempunyai banyak

lekukan. Karena lekukan atau belokan – belokan yang tajam mengakibatkan terjadi *pressure drop* dan menghambat aliran udara yang masuk. Udara yang masuk melalui bagian intake harus dapat membuat campuran udara dan bahan bakar menjadi campuran yang homogen. Semakin homogen campuran udara dan bahan bakar dapat meningkatkan efisiensi pembakaran (Kim, J.N., et al.2008). Untuk meningkatkan aliran pada sistem intake pada kendaraan dapat dilakukan dengan modifikasi pada bagian *throttle body*, derajat lekukan pada *intake manifold* serta mengubah design profil dari *valve intake* (Hushim, M, F. et al.2012).

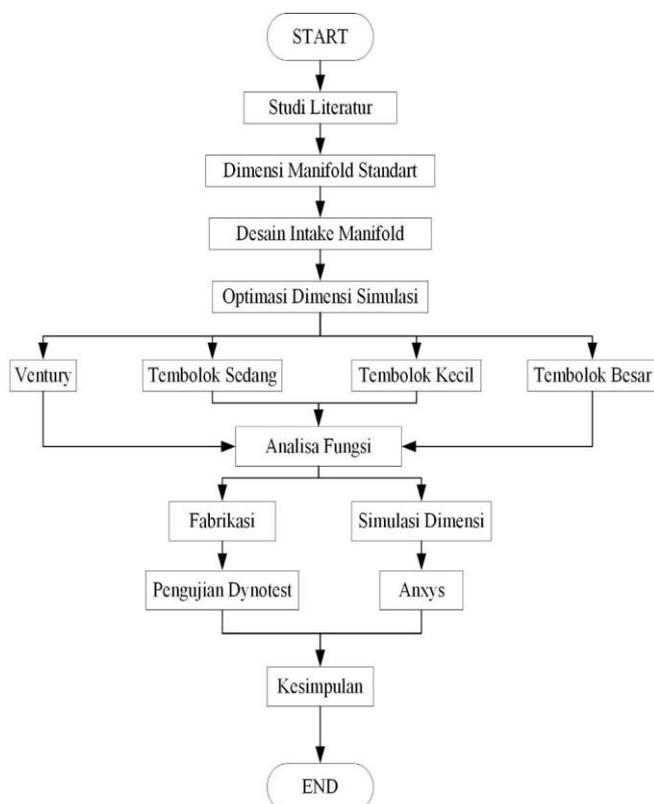
Ada berbagai cara untuk meningkatkan performa motor, salah satunya yaitu perbaikan *intake manifold*. Perbaikan *intake manifold* lebih berpengaruh terhadap campuran bahan bakar dan udara dibandingkan dengan pergantian karburator. Karburator mencampur udara dengan bahan bakar, tetapi proses percampuran udara dan bahan bakar belum sempurna. Setelah melewati karburator menuju saluran *intake*, percampuran udara dan bahan bakar menjadi lebih efisien dan pembakaran menjadi sempurna. Desain *intake manifold* yang paling penting adalah desain volume *intake manifold* dan geometri karena asupan udara dan bahan bakarnya berbeda-beda (Jawad, B., et al.2003). Untuk meningkatkan performa pada kendaraan dengan menambahkan ulir bagian dalam *intake manifold* meningkatkan turbulensi aliran udara (*swirl*) yang akan masuk kedalam ruang bakar menghasilkan campuran udara dan bahan bakar lebih homogen sehingga proses pembakaran sempurna. penambahan ulir (*swirl*) juga mengurangi terjadinya pembentukan jelaga pada gas buang (Mohiuddin, A.K.M.(2011). Faktor yang

berpengaruh terhadap aliran fluida di intake manifold adalah bentuk desain dari runner dan plenum pada intake manifold dapat meningkatkan kecepatan dan memberikan kecepatan turbulensi (Solanki, P. D. 2015.). pada aliran laminar partikel-partikel fluida bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus serta lancar. Dalam aliran laminar, kerja viskositas meredam kecenderungan turbulen. Aliran laminar cenderung tidak stabil dan akan berubah menjadi aliran turbulen pada kondisi viskositas yang rendah, kecepatan tinggi, atau laluan aliran yang besar. Pada aliran turbulen partikel-partikel fluida bergerak dalam lintasan-lintasan tidak teratur, dengan mengakibatkan pertukaran momentum dari satu bagian kebagian lainnya (Streeter dan Wylie, 1985).

2. Metodologi Penelitian

Pada tahap ini berguna untuk membayangkan ide yang akan dibuat untuk menyelesaikan Penelitian Studi Karakteristik Laju Aliran Campuran Udara Dan Bahan Bakar Pada Beberapa Variasi Intake Manifold Motor Yamaha Vega.

sempurna. Dengan melakukan pengujian terhadap perubahan profil *intake manifold*, diharapkan desain profil *intake manifold* dapat meningkatkan daya dan torsi sepeda motor yang lebih besar dari kondisinya. Dalam dunia balap sistem mesin melibatkan banyak *design intake manifold*. Dalam desain *intake*



Gambar 1: Metodologi Penelitian

Pada gambar diatas merupakan bagian alur penelitian. Pertama, peneliti melakukan studi literatur

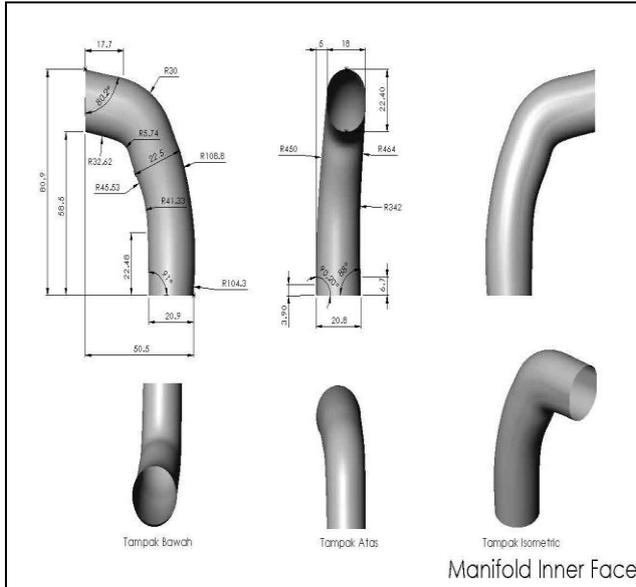
tentang modifikasi profil *intake manifold standard*, selanjutnya melakukan *dynotest* pada kendaraan yang masih *standard*. Disamping itu, peneliti sekaligus melakukan perbandingan hasil test dengan spesifikasi pabrik. Setelah hasil perbandingan test dilakukan, barulah merancang dan menghitung *intake manifold* baru dengan spesifikasi yang diinginkan dengan menggunakan *software solidworks* dan melakukan simulasi di *software ANSYS*. Setelah diperoleh hasil *ANSYS* terbaik, dimulai proses modifikasi pada *intake manifold*. *Intake manifold* dipasang pada motor uji. Peneliti melakukan uji coba *dynotest* untuk mendapatkan performa motor sebelum dan sesudah penggantian.

• Dimensi Intake Manifold

Alat ukur dimensi awal *intake manifold* sepeda motor Yamaha Vega dengan kapasitas mesin 110 cc menggunakan jangka sorong. Setelah peneliti memperoleh hasil dimensi dalam 21 mm dan dimensi luar 28mm *intake manifold standard*, *intake manifold standard* dipasang kembali pada motor yang akan diuji menggunakan *Dynotest*. Peneliti memperoleh hasil berupa grafik yang menunjukkan putaran mesin (RPM), torsi dan tenaga maksimal (HP).

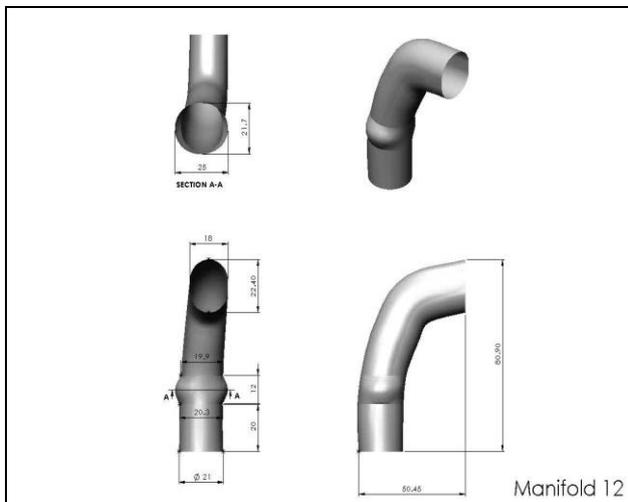
Pengujian kedua dilakukan pada *intake manifold* yang sudah dimodifikasi. *Intake manifold* yang sudah dimodifikasi memiliki dimensi yang berbeda dengan *intake manifold standard* yaitu lubang *intake* yang menempel di *cylinder head* dengan ukuran 21mm tetapi bagian dalam *intake* tersebut membengkak dengan diameter \varnothing 5 mm lebih besar dari *intake* awal dengan panjang 12 mm. Pada dimensi luar, dilakukan penambahan daging dengan cara las diral ketebalan 32 mm dan panjang 30 mm. Tetapi, pada ujung *intake manifold* yang menempel pada karburator tetap menggunakan diameter awal \varnothing 21 mm. Peneliti melakukan uji coba dengan cara yang sama menggunakan *dynotest* dan dapat dilihat hasil perbedaan dalam grafik yang membedakan putaran mesin (RPM), Torsi dan tenaga maksimal (HP).

Pada uji coba ketiga *intake manifold* diganti dengan modifikasi dimensi yang berbeda dengan diameter lubang awal \varnothing 21 mm. Peneliti menambah daging dengan ketebalan 32 mm dan panjang 30 mm. Diameter dalam diperbesar dengan diameter total \varnothing 5 mm menjadi \varnothing 26 mm dengan panjang 22 mm. Peneliti melakukan uji coba dengan cara yang sama yaitu *dynotest* dan didapat hasil yaitu grafik perbandingan antara putaran mesin (RPM), Torsi dan tenaga maksimal (HP). Ternyata, Karakteristik mesin yang dihasilkan antara standard, modifikasi 1, dan modifikasi 2 yang diukur torsi dan daya memiliki perbedaan.



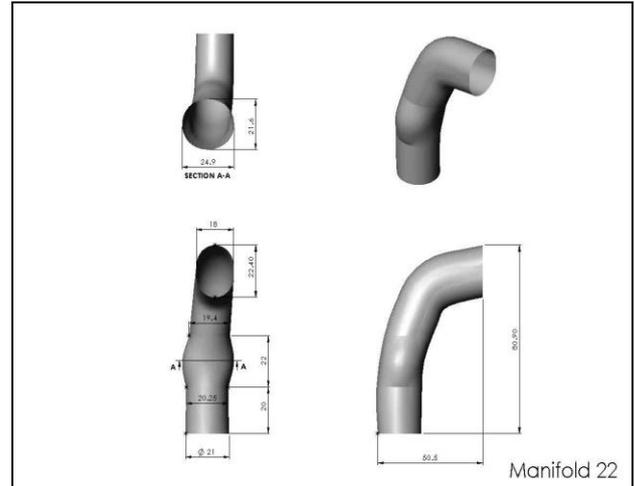
Gambar 2: Design *Intake Manifold Standard*

Pada gambar diatas ujung lainnya ukuran lubang sebesar \varnothing 18mm menempel pada karburator. Desain standard *intake manifold* pada dinding bagian dalam terlalu halus yang menyebabkan performa mesin terhambat saat terjadinya langkah hisap bahan bakar dan udara yang di salurkan dari karburator menuju ruang bakar melewati *intake manifold*.



Gambar 3: Desain *Intake Manifold* modifikasi pertama

Gambar diatas adalah desain *intake manifold* yang dimodifikasi lebih besar dibandingkan dimensi *intake manifold standard* dengan cara menambahkan daging luar *intake manifold* setebal 8mm. Peneliti melakukan pengelasan diral dan pelebaran dinding dalam sebesar \varnothing 5 mm dan panjang 12 mm dari ujung pertama menggunakan “*bore turner*”. Setelah selesai, permukaan luar yang ditambahi daging diperhalus dengan cara diamplas dengan menggunakan gerindra mesin. Modifikasi yang dilakukan tersebut membuat aliran bahan bakar (*turbulent*) menjadi meningkat dari pada *intake manifold standard*.



Gambar 4: Design *Intake Manifold Modifikasi Kedua*

pada gambar diatas ini tidak jauh berbeda pada desain *intake manifold* pertama. Peneliti melakukan proses yang sama dengan modifikasi *manifold* pertama. Perbedaannya yaitu panjang dinding dalam diperbesar sepanjang 10 mm berubah menjadi 22 mm. Modifikasi tersebut dapat menambah *pressure* dan *turbulensi* menjadi lebih besar dibanding *manifold* modifikasi pertama.

3. Fabrikasi Modifikasi *Intake Manifold*

• Langkah Pertama

proses penambalan setebal 8 mm pada *intake manifold standard* yang terletak dekat ujung *manifold* yg menempel pada *cylinder head* menggunakan las diral. Langkah pertama dalam mengeleas yaitu putar sedikit blender lalu nyalahkan api menggunakan korek api. Setelah api menyala, buka perlahan-lahan keran acetylene sampe asap hitam yang keluar dari ujung las berwarna hitam. Peneliti membuka keran oxygen pada blender secara perlahan sehingga mendapatkan nyala api berwarna biru di ujung blender. Peneliti melakukan penambalan tebal permukaan pada intake manifold menggunakan oxyacetylene welding edzona-55 (kawat las).

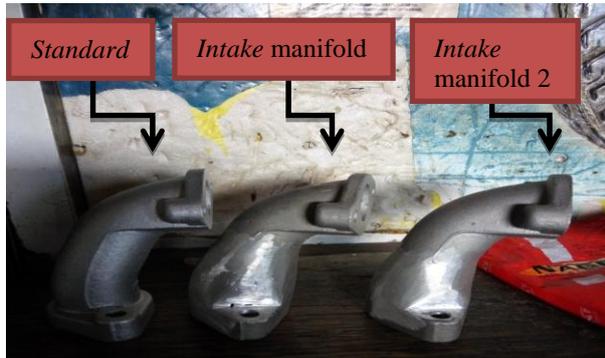
• Langkah Kedua

Intake manifold yang sudah dimodifikasi dengan penambalan pada bagian luar. Kemudian, gerusan diperbesar pada permukaan diameter bagian dalam menggunakan *bore turner* berbahan HSS (High Speed Steel) dengan ukuran diameter batang 3mm dan panjang 100mm. Peneliti menggerus setebal 5 mm sepanjang 12 mm tanpa merubah diameter awal pada kedua ujung *intake manifold* aslinya.

• Langkah Ketiga

Masih terdapat bagian luar *intake manifold* modifikasi yang tidak rata. Peneliti menghaluskan bagian luar *intake manifold* tersebut dengan menggunakan mesin gerindra. Sehingga, diperoleh hasil pada bagian luar yang lebih halus dan rata.

Hasil perbandingan dimensi *intake manifold* sesudah dan sebelum dimodifikasi.



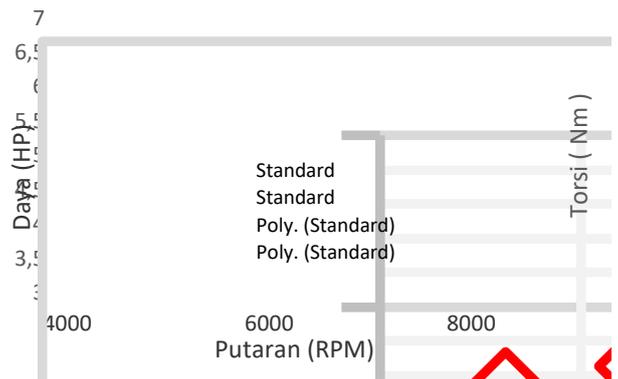
Gambar 5: Perbandingan *Intake Manifold*

4. Analisa Dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas tentang daya dan torsi yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor pada saat *standard* dan membandingkan hasil tersebut dengan hasil spesifikasi pabrik. Sebelum memulai simulasi, parameter masukan harus dicari terlebih dahulu. Setelah parameter ditentukan, barulah simulasi simulasi *computational fluid dynamics (CFD)* dengan menggunakan program *ANSYS fluent* dimulai. Dari hasil simulasi tersebut, didapatkan data mengenai *velocity*, *pressure*, dan *turbulensi* yang melalui *intake*. Setelah menemukan nilai dari *velocity*, *pressure*, dan *turbulensi*. Peneliti dapat menemukan hasil atau data terbaik dari *intake* manipol tersebut. Dan yang terakhir peneliti menganalisa hasil *dynotest* pada *intake manifold standard*, *intake manifold* modifikasi 1, *intake manifold* modifikasi 2.

- **Data dan Hasil *Dynotest* Kondisi *Standard***

Semua produsen sepeda motor pasti mengeluarkan spesifikasi dari sepeda motor buatan mereka. Terutama untuk urusan daya dan torsi. Semua produsen pasti mencantulkannya karena salah satu faktor untuk membeli sepeda motor adalah daya dan torsi. Dalam penelitian ini, sepeda motor yang digunakan adalah Yamaha vega r 110cc. berikut ini adalah daya dan torsi yang dikeluarkan produsen motor tersebut dan kemudian membandingkan spesifikasi bawaan pabrik dan spesifikasi yang dihasilkan oleh pengujian *dynotest*.



Gambar 6 : Grafik Dynotest Intake Manifold Standard

pada gambar diatas dimana motor tersebut daya puncak sebesar 6.5 HP pada RPM 5046. Tenaga yang dihasilkan turun sebanyak 0.1 HP jika hasil dibandingkan dengan data *standard* pabrik. Putaran untuk memperoleh puncak daya berubah dari 8000 RPM ke 6751 RPM. Hasil torsi juga mengalami penurunan dari data pabrikan. Hasil yang diapat dari uji *dynotest* sebesar 7.49 N.M, sedangkan data pabrikan sebesar 9 N.M. putaran mesin untuk mencapai torsi maksimum berubah dari 5000 RPM ke 5046 pada saat *dynotest*. Hal ini disebabkan oleh kondisi motor yang sudah berumur, kondisi mesin yang belum di *service (tune up)*, oli mesin yang belum diganti, perbedaan bahan bakar, dan faktor – faktor lain yang menyebabkan daya dan torsi yang dihasilkan oleh motor menjadi turun.

- **Data dan Perhitungan Kecepatan Inlet**

Sebelum memulai simulasi aliran dan mendapatkan data *pressure drop*, peneliti harus mengetahui kecepatan udara yang mengalir melalui lubang *intake manifold*, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{\text{Stroke} \times \text{RPM}}{30000} \times \left(\frac{\text{Bore}}{\text{Diameter Port Inlet}} \right)^2 \text{ m/s}$$

Untuk data yang dimasukkan ke rumus diatas, harus menyesuaikan dengan spesifikasi mesin dari sepeda motor Yamaha vega r 110cc mempunyai panjang *stroke* sebesar \varnothing 51 mm, diameter *bore* sebesar \varnothing 54 mm, diameter *port inlet* sebesar \varnothing 18 mm.

- **Perhitungan Untuk Mendapatkan Kerugian Tekanan (*Pressure Lost*)**

Setelah melakukan semua simulasi pada bahan yang diuji peneliti harus mendapatkan P loss rata – rata setiap bahan yang di uji menggunakan CFD (ANSYS) rumus atau perhitungan yang digunakan adalah hukum Bernoulli sebagai berikut:

$$P_1 + \frac{1}{2} V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} V_2^2 \dots\dots (4.2)$$

- Keterangan:
- P = Pressure (Pa)
- V = Velocity (m/s)

Gambar Simulasi CFD (ANSYS)

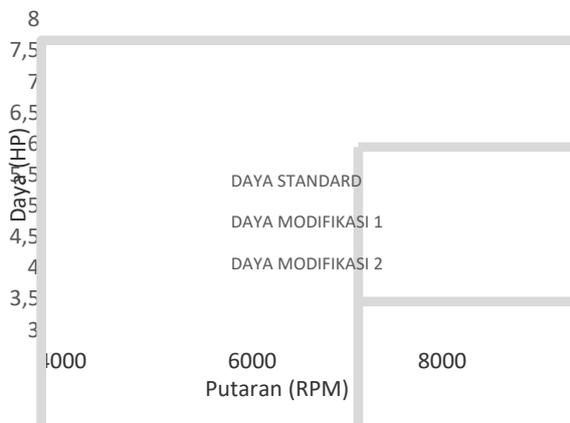
Analisa Pressure drop, Velocity, dan Turbulent Pada Intake Manifold

Tabel 1: Hasil simulasi venturi, modifikasi pertama, kedua, ketiga

DIMENSI	P (Pa)		V (m/s)		TKE (m ² /s ²)		P loss
	In	Out	In	Out	In	Out	
Venturi	832.96	22.82	93.90	86.24	33.06	46.21	810.13
Modifikasi pertama	41.18	-496,13	93.90	80,00	33.06	40,10	561.68
Modifikasi kedua	14.59	-491,83	93.90	88,07	33.06	29,16	533,01
Modifikasi ketiga	65.54	-442,05	93.90	84,34	33.06	32,68	456,64

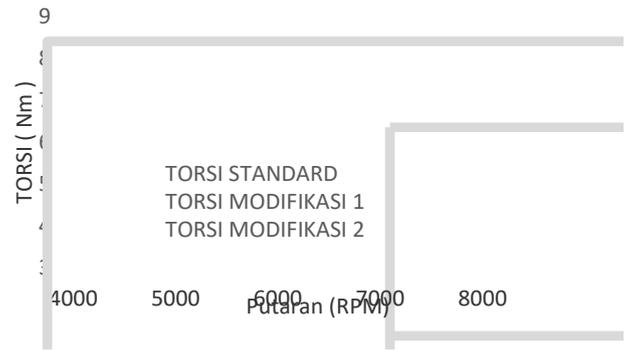
Pada tabel diatas Peneliti harus membandingkan *pressure*, *velocity*, dan *turbulent* untuk mendapatkan data atau hasil yang paling baik dari hasil simulasi. Dari empat bahan uji yang sudah disimulasikan, peneliti memilih dua jenis bahan uji yaitu modifikasi kedua dan modifikasi pertama.

• Analisa Hasil Dynometer Intake Manifold Modifikasi pertama dan kedua



Gambar 9 :Grafik gabungan daya dynotest

Pada gambar diatas hasil gabungan daya diatas yaitu daya intake standard, intake modifikasi pertama, dan intake modifikasi kedua. Intake manifold standard menghasilkan daya 6,5 HP pada RPM 6751. Dibandingkan dengan intake manifold modifikasi pertama menghasilkan daya 7 HP pada RPM 6880 peningkatan daya pertama sebesar 7,69%. Sedangkan intake manifold modifikasi kedua menghasilkan daya 7,3 HP pada RPM 6731 dibandingkan dengan intake manifold modifikasi pertama, peningkatan daya intake manifold kedua sebesar 12,31%. Pada perbandingan diatas daya yang paling tinggi dihasilkan oleh intake modifikasi kedua



Gambar 10 : Grafik Gabungan Torsi dynotest

Pada gambar diatas hasil gabungan torsi intake manifold standard, intake modifikasi pertama, dan intake modifikasi kedua. Intake modifikasi pertama menghasilkan torsi 7,49 N.m pada RPM 5046. Dibandingkan dengan intake manifold modifikasi pertama menghasilkan torsi 7,89 N.m pada RPM 5316 mengalami peningkatan sebesar 5,34%. Sedangkan intake manifold modifikasi kedua menghasilkan torsi 8,12 N.m pada RPM 5835 mengalami peningkatan sebesar 8,41% dibandingkan dengan intake manifold standard dan intake manifold modifikasi pertama. Yang menghasilkan torsi paling tinggi yaitu intake manifold modifikasi kedua. Tabel dibawah ini adalah hasil presentase intake manifold:

Tabel 2: Hasil Presentase Intake Manifold Modifikasi Pertama dan Kedua

Jenis Intake	Daya max	torsi max	persentase Kenaikan	
	HP	Nm	Daya(HP)	torsi(Nm)
Standard	6.5	7.49	-	-
Modifikasi pertama	7	7.89	7.69%	5.34%
Modifikasi kedua	7.3	8.12	12.31%	8.41%

5.Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian mencakup beberapa hal :

1. Intake manifold yang digunakan modifikasi cukup menggunakan intake manifold standart karena bahan Gambar 23 : Hasil Presentase Intake Manifold Modifikasi Pertama dan Kedua yang lebih kuat dan kepresisian yang akurat.
2. Intake manifold biasa lebih bagus dibandingkan intake manifold kecil karena pressure lostnya lebih rendah.
3. Dari hasil dynotest, intake manifold modifikasi menghasilkan daya dan torsi yang lebih besar dari intake manifold standart. Intake manifold standart menghasilkan daya dan torsi sebesar 6,5 HP dan 7,49

N.m. Sedangkan, intake manifold modifikasi kecil menghasilkan daya dan torsi 7 HP dan 7,89 N.m dan intake manifold biasa menghasilkan torsi dan daya 7,3 HP dan 8,12 N.m Jadi, intake manifold biasa menghasilkan daya dan torsi paling tinggi.

6. Daftar Pustaka

- Bell, A. G. (1998). *Four-Stroke Performance Tuning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J. (2010). *Introduction to Fluid Mechanics* (8th ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Kristanto, P., (2015) Motor Bakar Torak. Teori dan Aplikasi : Andi. Yos yakurta
- Streeter, V. L., & Wylie, E. B. (1998). *Mekanika Fluida*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Tran, P. (2011). *Solidworks 2011 Part I - Basic Tools*. Schroff Development Corporation.
- Tran, P. (2011). *Solidworks 2011 Part II - Advances Techniques*. Schroff Development Corporation.
- Kim, J.N. & cs.(2008). Effect of intake swirl on fuel-gas maxing and subsequent combustion in a CAI engine. *Internasional journal of automotive technology*, vol. 9, no. 6,649-657. Retrieved June 10, 2016, from proquest
- Hushim, M. F. & Cs. (2012). Effect of intake manifold angle of port-fuel injection retrofit-kit to the performance of an S. I. engine. *Applied mechanics and materials* vol. 165, 31-37. Retrieved June 10, 2016, from proquest.
- Jawad, B., Dragoiu, A., Dyar, L., Zellner, K. et al., "Intake Design for Maximum Performance," SAE Technical Paper 2003-01-2277, 2003, doi:10.4271/2003-01-2277.
- Mohiuddin, A.K.M.(2011). Investigation Of The Swirl Effect On Engine Using Designed Swirl Adapter. Mechanical Engineering Department, International Islamic University Malaysia (IIUM), Kuala Lumpur
- Solanki P. D. 2015. "Simulation Studies on Different Intake Manifold Design for Performance Improvement of Four Stroke Four Cylinder Diesel Engine ". Mechanical Engineering Department, Student of Master of Eng . (I.C Engine and automobile) SVMIT, Bharuch, Gujarat, India.