

**PENGURANGAN GETARAN MESIN DIESEL L-300  
DENGAN MENGGUNAKAN PENGUBAHAN PADA INTAKE MANIFOLD**

**Gatot Budy Prasetyo<sup>1)</sup>, Tulus Subagyo<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan  
email: -

**ABSTRAK**

Proses pembakaran pada mesin diesel menghasilkan getaran yang cenderung lebih besar sehingga ketidaknyamanan dalam berkendara semakin besar, dan kerusakan lebih banyak pula karena getaran tersebut. Bentuk saluran masuk udara pada mesin diesel umumnya tidak sama dari saat udara masuk melalui saringan udara hingga tiap silinder mengalami rugi-rugi besar, sehingga mempengaruhi volume udara yang masuk ke tiap silinder. Hal ini akan menyebabkan hasil pembakaran di setiap silinder tidak sama sehingga akan menimbulkan getaran yang lebih besar saat mesin dihidupkan. Untuk proses pembakaran pada kendaraan bermotor diesel digunakan udara tekan murni sebagai media pembangkitan panas yang terjadi pada saat proses pembakaran diesel spray, banyaknya udara yang akan dikompresi setiap silinder dipengaruhi oleh bentuk intake manifold (inlet). Short length inlet manifold menentukan aliran udara ke dalam silinder saat langkah hisap, dimana besarnya aliran udara menentukan besarnya ledakan setelah proses pembakaran. Perbedaan ledakan dari proses pembakaran masing-masing silinder akan menghasilkan getaran yang lebih besar oleh karena itu diperlukan pemerataan volume udara yang akan dikompresi setiap silinder agar getaran tersebut berkurang dengan cara merubah bentuk intake manifold dengan menggunakan tabung paralel diharapkan dapat memungkinkan udara luar masuk ke silinder saat langkah hisap. Penurunan getaran terjadi dari 1000 rpm, dan pada putaran 3000 rpm, nilai amplitudo intake manifold berubah lebih kecil dari nilai standar amplitudo intake manifold yang mengakibatkan penurunan amplitudo kepala silinder dan blok silinder sangat signifikan untuk setiap rpm

*Keywords: Diesel Engine, Intake Manifold conversion, Vibration Reduction.*

**PENDAHULUAN**

Mesin diesel yang dikenal sebagai mesin berkarakter galak dan powerfull. Karena awalnya dibuatnya dari mesin diesel ini untuk kendaraan khusus pengangkut beban berat, sebab mempunyai karakteristik torsi yang besar dengan RPM rendah. Hal disebabkan Proses pembakaran pada mesin diesel cenderung lebih menghasilkan getaran yang lebih besar sehingga rasa tidak nyaman dalam mengendarai lebih besar, dan kerusakan yang ditimbulkan lebih banyak pula karena adanya getaran. Bentuk saluran masuk udara pada mesin diesel umumnya tidak sama dari saat udara masuk melalui saringan udara sampai ke tiap-tiap silinder mempunyai *mayor losses* sehingga mempengaruhi volume udara yang masuk pada tiap silinder.

Hal ini akan menyebabkan hasil pembakaran pada setiap silinder tidak sama sehingga akan menyebabkan getaran yang lebih besar saat mesin dihidupkan. Pada kondisi ini kendaraan mempunyai kelemahan getaran mesinnya lebih terasa sehingga kurang nyaman untuk dikendarai.

Berdasarkan hal diatas maka, perlu direncanakan sistem saluran udara masuk, yang diberi rancangan tabung sejajar agar udara yang masuk kedalam tiap silinder pada saat langkah isap mempunyai volume yang sama. Sehingga hasil pembakaran akan lebih sempurna pada tiap-tiap silinder dan sama, karena udara yang dikompresikan pada tiap silinder sama dan getaran yang ditimbulkan saat terjadinya ledakan dari proses pembakaran dapat dikurangi.

Rumusan Masalah :

- 1) Bagaimana mengetahui besarnya tekanan udara yang terjadi pada saluran masuk

- 2) Bagaimana efek perubahan bentuk intake manifold yang dapat meminimalisir getaran mesin saat dihidupkan sehingga didapatkan kenyamanan berkendara.

Tujuan :

- 1) Untuk mengetahui tekanan udara yang terjadi pada saluran masuk.
- 2) Untuk mengetahui efek perubahan bentuk intake manifold yang dapat meminimalisir getaran mesin saat dihidupkan sehingga didapat kenyamanan berkendara

### KAJIAN PUSTAKA

Motor diesel yang ada dewasa ini merupakan bentuk perkembangan teknologi dibidang otomotif, penemu motor diesel adalah seorang ahli dari Jerman, bernama *Rudolf Diesel* (1858 – 1913). Ia mendapat hak paten untuk mesin diesel pada tahun 1892, tetapi mesin diesel tersebut baru dapat dioperasikan dengan baik pada tahun 1897, siklus itu meliputi isap, kompresi, usaha dan buang.

### Perbandingan Kompresi

Besarnya bagian energi yang berprestasi dan besarnya gas yang dapat dimanfaatkan secara efektif tergantung pertama dari besarnya jumlah gas yang dapat diekspansikan. Sehingga dapat ditemukan suatu perbandingan antara udara yang masuk kedalam silinder sesuai dengan kebutuhan bahan bakar yang akan diinjeksikan ke dalam ruang bakar.

$$VS = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S$$

$$VS_{total} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S \cdot N$$

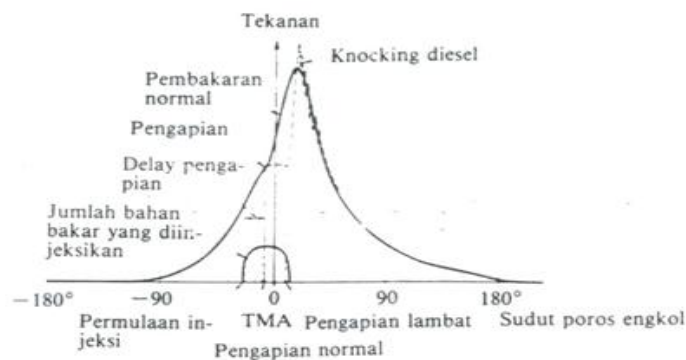
Perbandingan kompresi ditentukan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{VS + VC}{VC}$$

Dimana:

- D = Diameter Silinder (cm)
- S = Langkah Torak (cm)
- N = Jumlah silinder
- $\varepsilon$  = Perbandingan Kompresi.
- VC = Volume Ruang Bakar ( $\text{cm}^3$ )
- VS = Volume Langkah ( $\text{cm}^3$ )
- $VS_{total}$  = Volume Langkah Total ( $\text{cm}^3$ )

Detonasi Diesel atau Ledakan Diesel



Gambar 2.1. Diagram Pembakaran

Sumber-sumber penyebab getaran yang terjadi pada mesin torak (*Internal Combustion*) :

- a. Tekanan dan temperatur dalam silinder berlebihan.

- b. Kelebihan pada perbandingan kompresi .
- c. Mempergunakan bahan bakar dengan bilangan setana yang tinggi.
- d. Membuat konstruksi ruang bakar sedemikian rupa sehingga bagian-bagian nozzel mendapat pendinginan yang lebih baik.

Dalam penelitian ini hanya membahas tentang membuat kesetimbangan dari pembakaran yang terjadi di tiap ruang bakar akibat kompresi ditinjau dari bentuk *intake manifold*

#### Kerugian Pada Aliran Fluida

Fluida yang mengalir dalam pipa mengalami bermacam-macam hambatan (resistansi). Untuk mengetahui kebiasaan atau perilaku fluida *compressible* pada jaringan pipa yang berhubungan dengan laju aliran pada peralatan pipa seperti perubahan penampang pipa dan perubahan arah aliran (Radiusbelokan) diukur untuk mendapatkan koefisien kerugian yang berhubungan dengan kerugian fluida pada bilangan *Reynold*.

#### 1) Mayor Losses

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

- $h_f$  = Kerugian yang disebabkan oleh gesekan aliran fluida(m).
- $f$  = Koefisien gesekan.
- $L$  = Panjang pipa (m)
- $D$  = Diameter pipa (m)
- $V$  = Kecepatan aliran (m/s)
- $g$  = Gravitasi ( $m/s^2$ )

Untuk mendapat harga  $f$  dapat menggunakan bagan *Moody*(*Moody Diagram*). Misalkan akan mencari koefisien gesekan dari suatu pipa, harga bilangan *Reynold* dapat dicari lebih dahulu dengan menggunakan :

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Dimana :

- $Re$  = Bilangan *Reynold*.
- $\nu$  = Kekentalan kinematik ( $m^2/s$ )
- $V$  = Kecepatan aliran (m/s)
- $D$  = Diameter pipa (m)

#### 2) Minor Losses

Secara matematika kerugian ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

- $h$  = Kerugian aliran (m).
- $k$  = Koefisien hambatan.
- $V$  = Kecepatan aliran udara (m/s)
- $g$  = gravitasi ( $m/s^2$ )

Bagan *Moody* merupakan gambar yang paling terkenal dan berguna dalam mekanika fluida. Bagan ini seksama dengan toleransi ketelitian  $\pm 15\%$  untuk perhitungan rancang bangun di seluruh daerah yang ditunjukkan dalam bagan tersebut dapat dipakai untuk aliran pipa yang bundar dan tidak bundar. Bagian yang diarsir dalam bagan *Moody* menunjukkan daerah transisi dari aliran berlapis ke aliran bergolak.

#### 3) Pengaruh Dinding Kasar

Sebelum tahun 1800 orang belum mengetahui kekasaran, *Coulomb* berhasil menemukan melalui beberapa percobaan. Ternyata ini dapat diabaikan dalam aliran berlapis. Tetapi aliran bergolak sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dinding pipa itu sendiri. Tiga corak dinding kasar, yaitu :

$\epsilon\mu^*/v < 5$ : dinding halus hidrolis, tidak ada efek kekasaran pada gesekan.

$5 < \epsilon\mu^*/v < 70$ : kekasaran transisi, efek bilangan *Reynold* yang sedang.

$\epsilon\mu^*/v > 70$ : Aliran kasar sempurna, lapisan bawah pecah total dan gesekan tak tergantung pada bilangan *Reynold*.

Besarnya Debit Pada Saluran *Intake manifold*.

a. Kontinuitas

Persamaan-persamaan kontinuitas dikembangkan dari asas-asas umum kekekalan energi, yang menyatakan massa di dalam suatu sistem adalah tetap konstan terhadap waktu, yakni

$$\frac{dm}{dt} = 0$$

b. Persamaan Kontinuitas

Jika debit (Q) yang juga disebut laju aliran volumetrik atau aliran di definisikan sebagai :

$$Q = AV$$

$$Q = \frac{2.n.S}{60} \times \frac{\pi.D^2}{4}$$

Dimana :

Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan aliran (m/s)

n = Putaran mesin (rpm)

S = Langkah torak (m)

D = Diameter silinder (m)

Pengukuran Fluida

Untuk mendapatkan tekanan, kecepatan, debit, turbulensi, dan viskositas dari suatu fluida dapat dilakukan dengan cara misalnya: langsung, tak langsung, volumetrik, elektronik, elektromagnetik, dan optik. Dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai tekanan, kecepatan, debit, pada aliran fluida dilakukan dengan melaksanakan eksperimen secara langsung.

a. Pengukuran Tekanan

Bila aliran sejajar, maka variasi tekanan yang normal (tegak lurus) terhadap garis-garis aliran adalah hidrostatis, oleh karena itu, dengan mengukur tekanan pada dinding maka tekanan di setiap titik lain pada penampang yang bersangkutan dapat ditentukan.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \times D^2}$$

Dimana :

p = Tekanan (N/m<sup>2</sup>)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

D = Diameter (m)

## b. Pengukuran Kecepatan

Untuk mendapatkan suatu kecepatan aliran dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{Q}{\pi r^2}$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/s)

Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)

r = Jari – jari (m)

**METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan intake manifold terhadap getaran mesin diesel L 300.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas
  - a. Putaran mesin (rpm)
  - b. Perbandingan intake manifold
2. Variabel Terikat
  - a. Frekuensi
  - b. Amplitudo

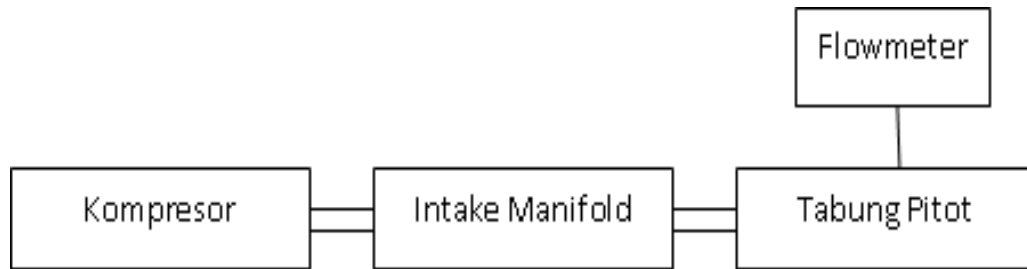
Variabel Kontrol

- a. Mesin yang dipakai adalah diesel L-300
- b. Peralatan dan alat ukur yang terkalibrasi
- c. Kecepatan Aliran Udara

**Instrumen Penelitian**

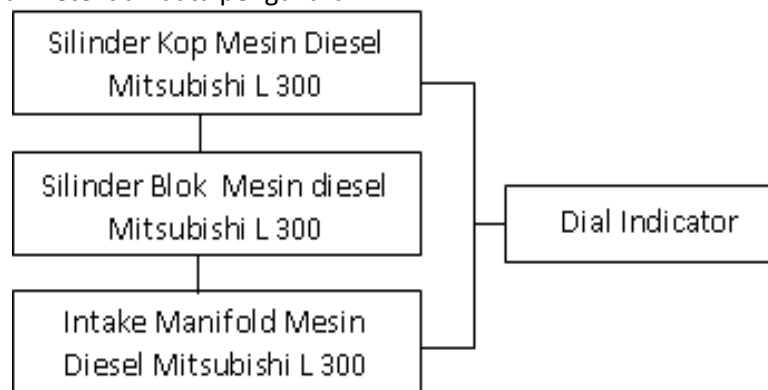
Untuk memperoleh data tentang modifikasi intake manifold pada motor diesel L 300 terhadap pengurangan getaran maka diperlukan rangkaian eksperimen sebagai berikut :

1. Dalam pelaksanaan pengukuran digunakan tekanan statik fluida menggunakan tabung *pitot*, dengan menempatkan pipa *pitot* didalam saluran *intake manifold* tegak lurus dengan arah kecepatan udara. Kemudian dengan menyemprotkan udara dari kompresor dengan tekanan yang sama, dari pengujian yang dilaksanakan menggunakan tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup> pada *intake manifold* standar dan yang diubah.
  - a. Alat-alat yang digunakan, antara lain :
    - 1) Tabung *pitot*.
    - 2) Selang plastik.
    - 3) Kompresor dan *pressure gauge*.
    - 4) Air berwarna.
  - b. Langkah-langkah pengukuran tekanan udara, yaitu :
    - 1) Isi tangki kompresor sampai tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup>.
    - 2) Selang plastik yang terhubung dengan tabung *pitot* hubungkan ke pipa yang terpasang didalam saluran *intake manifold* tegak lurus dengan arah kecepatan udara yang mengalir dalam saluran *intake manifold*.
    - 3) Arahkan selang dari kompresor kearah saluran utama *intake manifold* dengan tabung *orifice* jangan sampai udara luar masuk.
    - 4) Kecepatan aliran udara akan menekan air berwarna sehingga ada perbedaan tinggi air yang akan menunjukkan nilai pengukuran



Gambar 3.1. Rangkaian Instrumen Eksperimen Tekanan Udara

2. Dalam pelaksanaan pengambilan data pengukuran getaran alat ukur diletakkan pada dua tempat dibagian mesin yaitu pada silinder kop dan silinder blok. Pada silinder kop mempunyai tujuan mengukur getaran amplitudo mesin yang bergetar kearah atas dan bawah. Sedangkan pada bagian silinder blok mempunyai tujuan untuk mengukur getaran amplitudo kearah kanan dan kiri. Pengukuran dilaksanakan sebanyak tiga (3) kali untuk mendapatkan ketelitian data pengukuran.



Gambar 3.2. Rangkaian Instrumen Eksperimen Pengukuran Getaran

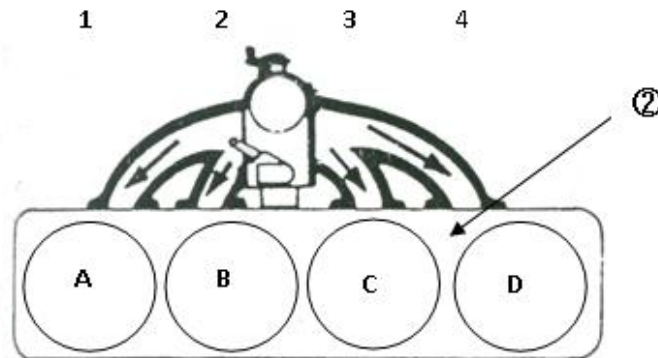
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melakukan pengubahan saluran masuk (intake manifold) ini maka perlu diketahui dahulu mengenai data teknik, fungsi dan cara kerja komponen dari mesin diesel yang akan direncanakan.

Data teknik *intake manifold* standar :

No	Nama	Nilai
a	Diameter saluran udara masuk utama ( $d_{\text{utama}}$ )	62 mm
b	Diameter saluran udara masuk pertama ( $d_1$ )	37 mm
c	Diameter saluran udara masuk kedua ( $d_2$ )	37 mm
d	Diameter saluran udara masuk ketiga ( $d_3$ )	37 mm
e	Diameter saluran udara masuk keempat ( $d_4$ )	37 mm
f	Belokan saluran udara masuk pertama	90°
g	Belokan saluran udara masuk kedua	90°
h	Belokan saluran udara masuk ketiga	90°
i	Belokan saluran udara masuk keempat	90°

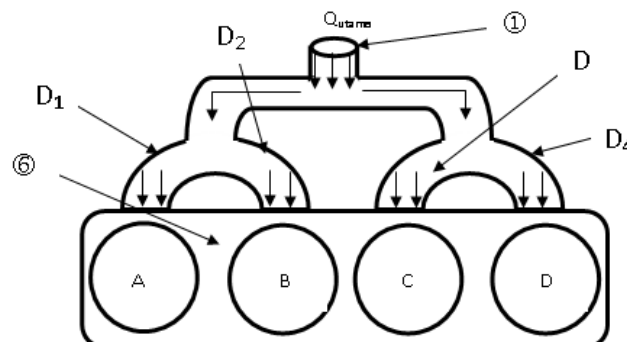
Panjang pendek *intake manifold* pada kendaraan diesel berpengaruh pada peforma mesin tersebut. Secara ilmu mekanika fluida panjang pendek *intake manifold* berhubungan erat dengan waktu alir udara menuju ruang bakar. Jika saluran *intake manifold* pendek, secara otomatis waktu tempuh udara luar ke ruang bakar lebih singkat, sedangkan saluran *intake manifold* yang panjang membuat udara yang akan masuk ke ruang bakar lebih lama, hal ini akan menyebabkan debit udara yang masuk keruang bakar tidak sama. Pada kendaraan *Mitsubishi L 300* mesin diesel saat langkah hisap udara masuk kedalam silinder, besarnya *debit* udara yang masuk ke dalam silinder untuk dikompresikan dipengaruhi oleh *Mayor Losses* dari bentuk *IntakeManifold* sehingga perbandingan kompresi pada tiap silinder tidak sama



Gambar 4.1. *Intake Manifold* Standar

#### Intake Manifold Yang Diubah

Dari berbagai kelemahan yang ditimbulkan maka peneliti melakukan perubahan *intake manifold* agar dapat mengurangi kelebihan getaran pada mesin diesel ditinjau dari bentuk saluran udara yang masuk ke ruang bakar



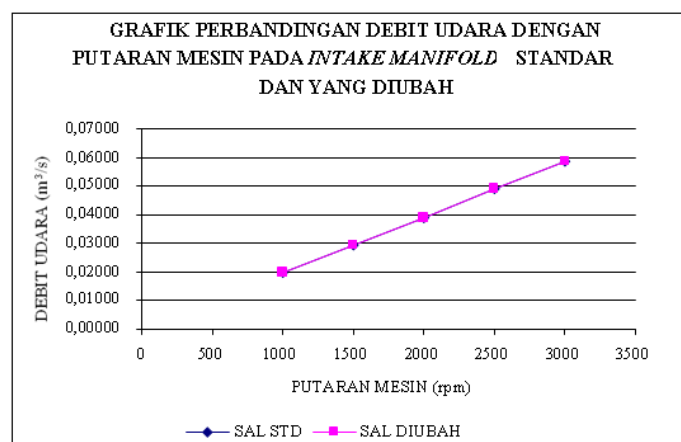
Gambar 4.2. *Intake Manifold* Yang Diubah

Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan analisa grafik *mayor losses*.

1. Data debit aliran udara dalam pipa berdasarkan putaran mesin antara *intake manifold* standar dan yang diubah.

SALURAN <i>INTAKE</i>	PUTARAN MESIN (rpm)	DEBIT ( $m^3/s$ )	
		STANDAR	DIUBAH
1	1000	0,01957	0,01957
	1500	0,02985	0,02985
	2000	0,03913	0,03913
	2500	0,04892	0,04892
	3000	0,05870	0,05870
2	1000	0,01957	0,01957
	1500	0,02985	0,02985
	2000	0,03913	0,03913
	2500	0,04892	0,04892
	3000	0,05870	0,05870
3	1000	0,01957	0,01957
	1500	0,02985	0,02985
	2000	0,03913	0,03913
	2500	0,04892	0,04892
	3000	0,05870	0,05870
4	1000	0,01957	0,01957
	1500	0,02985	0,02985
	2000	0,03913	0,03913
	2500	0,04892	0,04892
	3000	0,05870	0,05870

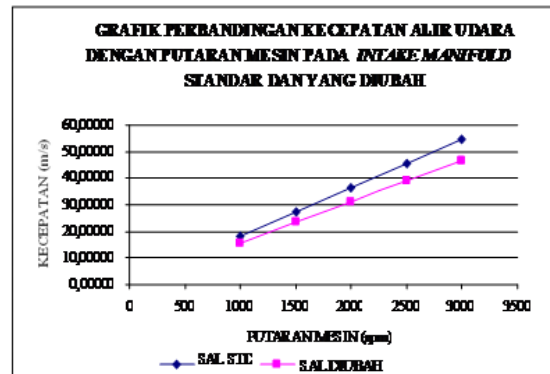
Berdasarkan data tabel hasil perhitungan diatas maka didapatkan grafik perbandingan pebit udara saluran *intake manifold* standar dan yang diubah tiap saluran.



2. Data kecepatan aliran udara dalam pipa berdasarkan putaran mesin antara *intake manifold* standar dan yang diubah



SALURAN INTAKE	PUTARAN MESIN (rpm)	KECEPATAN ALIRAN (m/s)	
		STANDAR	DIUBAH
1	1000	18,20694	15,27833
	1500	27,31040	23,38746
	2000	36,41387	31,49662
	2500	45,51734	39,60577
	3000	54,62081	47,71493
2	1000	18,20694	15,27833
	1500	27,31040	23,38746
	2000	36,41387	31,49662
	2500	45,51734	39,60577
	3000	54,62081	47,71493
3	1000	18,20694	15,27833
	1500	27,31040	23,38746
	2000	36,41387	31,49662
	2500	45,51734	39,60577
	3000	54,62081	47,71493
4	1000	18,20694	15,27833
	1500	27,31040	23,38746
	2000	36,41387	31,49662
	2500	45,51734	39,60577
	3000	54,62081	47,71493



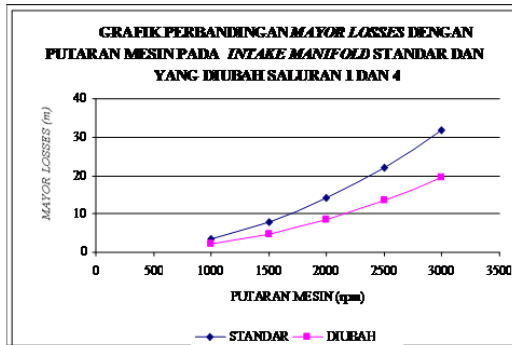
3. Data bilangan *reynold* aliran udara dalam pipa berdasarkan putaran mesin antara *intake manifold* standar dan yang diubah

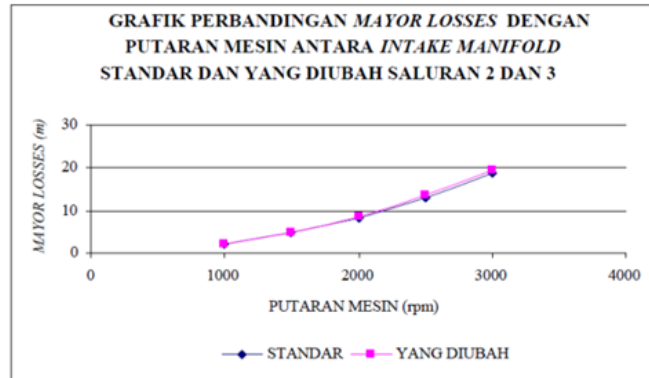
SALURAN INTAKE	PUTARAN (rpm)	REYNOLD	
		STANDAR	DIUBAH
1	1000	44613,01957	41267,04310
	1500	66919,52935	61900,56465
	2000	89226,03914	82534,08620
	2500	111532,54892	103167,60775
	3000	133839,05871	123801,12930
2	1000	44613,01957	41267,04310
	1500	66919,52935	61900,56465
	2000	89226,03914	82534,08620
	2500	111532,54892	103167,60775
	3000	133839,05871	123801,12930
3	1000	44613,01957	41267,04310
	1500	66919,52935	61900,56465
	2000	89226,03914	82534,08620
	2500	111532,54892	103167,60775
	3000	133839,05871	123801,12930
4	1000	44613,01957	41267,04310
	1500	66919,52935	61900,56465
	2000	89226,03914	82534,08620
	2500	111532,54892	103167,60775
	3000	133839,05871	123801,12930



4. Perbandingan *major losses* antara *intake manifold* standar dan yang diubah dalam variasi putaran mesin

SALURAN INTAKE	PUTARAN MESIN (rpm)	MAJOR LOSSES (m)	
		STANDAR	DIUBAH
1	1000	3,532227781	2,141710427
	1500	5,847512307	4,843848461
	2000	14,12891112	8,646841709
	2500	22,07442365	13,51069017
	3000	31,79065003	19,45539384
2	1000	3,532227781	2,141710427
	1500	5,847512307	4,843848461
	2000	14,12891112	8,646841709
	2500	22,07442365	13,51069017
	3000	31,79065003	19,45539384
3	1000	3,532227781	2,141710427
	1500	5,847512307	4,843848461
	2000	14,12891112	8,646841709
	2500	22,07442365	13,51069017
	3000	31,79065003	19,45539384
4	1000	3,532227781	2,141710427
	1500	5,847512307	4,843848461
	2000	14,12891112	8,646841709
	2500	22,07442365	13,51069017
	3000	31,79065003	19,45539384





### Pengukuran Tekanan Fluida Dengan Tabung Pitot.

Dalam pelaksanaan pengukuran digunakan tekanan statik fluida menggunakan tabung *pitot*, dengan menempatkan pipa *pitot* didalam saluran *intake manifold* tegak lurus dengan arah kecepatan udara. Kemudian dengan menyempotkan udara dari kompresor dengan tekanan yang sama, dari pengujian yang dilaksanakan menggunakan tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup> pada *intake manifold* standar dan yang di ubah

Pengambilan data pada pengubahan *intake manifold* sebelum dilaksanakan pengujian alat, dilaksanakan pengujian antara *intake manifold* standar dan yang di ubah terhadap tekanan udara menggunakan kompresor sebagai berikut

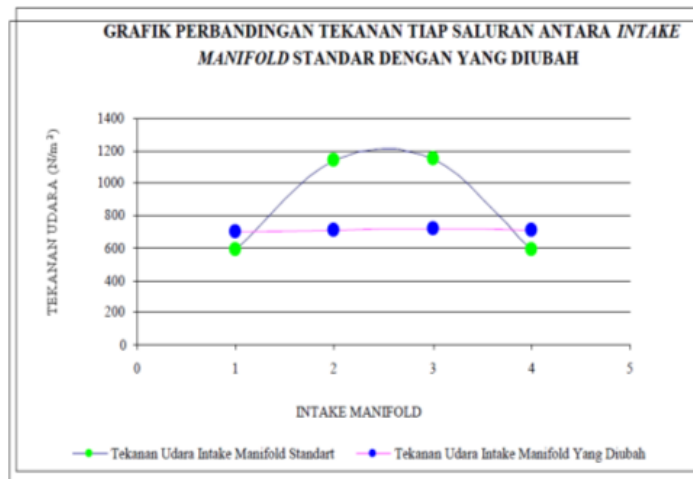
- 1) Pengambilan data tekanan udara menggunakan tabung *pitot*. Pengambilan data hasil pengujian *intake manifold* standar dan yang di ubah terhadap tekanan dengan tabung *pitot* menggunakan udara dari kompresor sebagai berikut

NO	INTAKE STANDART (ml)				INTAKE YANG DI UBAH (ml)			
	Saluran 1	Saluran 2	Saluran 3	Saluran 4	Saluran 1	Saluran 2	Saluran 3	Saluran 4
1	4	8,3	8,5	4	5	5,1	5,3	5
2	4,5	8,2	8,3	4,4	5,2	5	5,1	5,3
3	4,5	8,1	8,2	4,4	5	5,3	5,2	5,1
4	4,1	8,3	8,3	4,3	5,1	5,3	5,1	5,2
5	4,2	8,4	8,3	4,1	5	5	5,1	5
Jumlah	21,3	41,3	41,6	21,2	25,3	25,7	25,8	25,6
Rata-rata	4,26	8,26	8,32	4,24	5,06	5,14	5,16	5,12

### Hasil Pengolahan pada tabung Pitot

NO	INTAKE STANDART (N/m <sup>2</sup> )				INTAKE YANG DI UBAH (N/m <sup>2</sup> )			
	Saluran 1	Saluran 2	Saluran 3	Saluran 4	Saluran 1	Saluran 2	Saluran 3	Saluran 4
1	554,8	1151,21	1178,95	554,8	693,5	707,37	735,11	693,5
2	624,15	1137,34	1151,21	610,28	721,24	693,5	707,37	735,11
3	624,15	1123,47	1137,34	610,28	693,5	735,11	721,24	707,37
4	568,67	1151,21	1151,21	596,41	707,37	735,11	707,37	721,24
5	582,54	1165,08	1151,21	568,67	693,5	693,5	707,37	693,5
Jumlah	2954,31	5728,31	5769,92	2940,44	3509,11	3564,59	3578,46	3550,72
Rata-rata	590,862	1145,662	1153,984	588,088	701,822	712,918	715,692	710,144

2) Pembahasan tekanan menggunakan tabung *pitot*.



3) Dalam pengambilan data getaran dilakukan pemasangan *intake manifold* standar dan yang diubah pada mesin diesel, dalam hal ini menggunakan kendaraan mesin diesel *Mitsubishi L 300*.

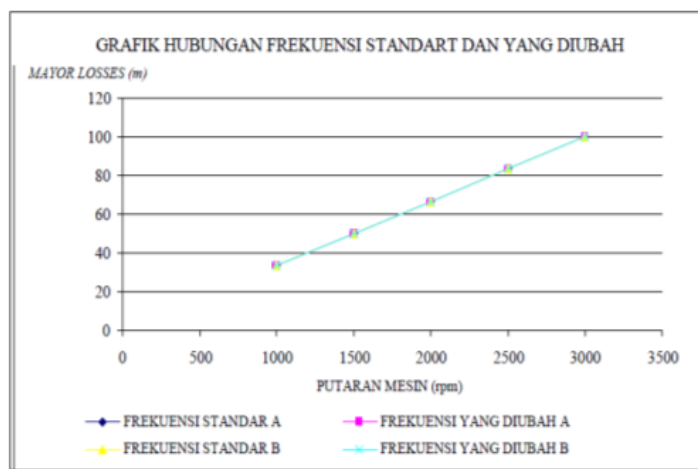
RATA2	SPEED (rpm)	FREKUENSI (Hz)				AMPLITUDO (mm)				Persentase Perbandingan Amplitudo (%)	
		Standar		Diubah		Standar		Diubah		A	B
		A	B	A	B	A	B	A	B		
1	1000	33,333	33,333	33,333	33,333	21	17,06667	18	16,166667	14,28571429	1,278456
2	1500	50	50	50	50	16,43333	12,96667	14,8	12	9,939129805	7,455037
3	2000	66,667	66,667	66,667	66,667	12,73333	9,933333	11,63333	9,1	8,638741717	8,388259
4	2500	83,333	83,333	83,333	83,333	9,233333	8,7	8,166667	5,8	5,074144187	16,41191
5	3000	100	100	100	100	7,266667	4,733333	6,733333	4,533333	7,339458379	4,225345

Keterangan

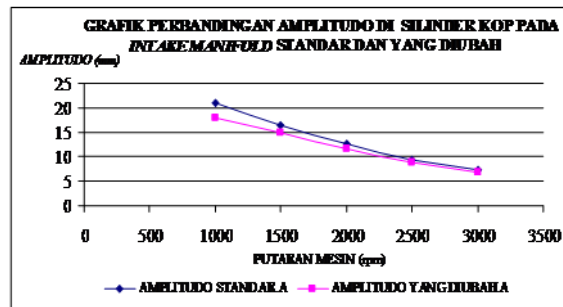
A = Letak pengukuran getaran pada silinder kop.

B = Letak pengukuran getaran pada silinder blok

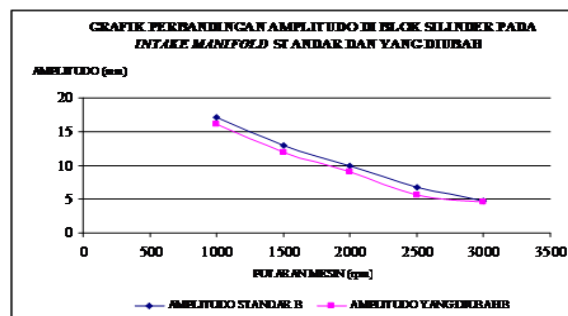
4) Pembahasan data frekuensi antara *intake manifold* standar dan yang diubah.



- 5) Pembahasan data amplitudo antara *intake manifold* standar dan yang di ubah pada silinder kop (A).



- 6) Pembahasan data amplitudo antara *intake manifold* standar dan yang di ubah pada blok silinder (B).



## KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan tentang pengubahan *intake manifold* maka dapat disimpulkan, bahwa :

1. Berdasarkan hasil analisis maka tekanan udara pada saluran udara masuk :
  - a. Hambatan yang terjadi pada tiap-tiap saluran sama disebabkan nilai mayor losses untuk intake manifold yang telah diubah sama untuk tiap rpm nya tetapi tidak demikian pada *intake manifold* standar yang nilainya makin besar untuk tiap rpmnya.
  - b. Hambatan yang terjadi pada tiap saluran sama, disebabkan oleh nilai minor losses pada pada intake manifold yang diubah sama tiap rpmnya tetapi tidak demikian untuk intake manifold yang standar yaitu pada saluran 1 dan 4 sama, demikian juga untuk saluran 2 dan 4
2. Efek pengubahan bentuk manifold yang terjadi adalah terjadi penurunan amplitudo pada silinder kop dan blok silinder secara sangat signifikan untuk tiap putaran mesinnya, hal ini disebabkan nilai amplitudo pada intake manifold yang diubah lebih kecil dari pada intake manifold standar

## REFERENSI

*Bosch, Automotive Handbook, 5th Edition.*

Frank M. White, **Mekanika Fluida**, edisi kedua jilid 1 Erlangga Jakarta.

Modul Pelatihan Otomotif. **Sistem Bahan Bakar Diesel**, VEDC Malang. Slamet Wahyudi, Agung Sugeng Widodo, **Buku Panduan Praktikum Motor Bakar**, Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

*Toyota Service Training, Training Manual Fundamental of Servicing*, Step 1.

Victor L Streeter, E Benjamin Wylie. **Mekanika Fluida**, jilid 1 Erlangga Jakarta, 1996.

Victor L Streeter, E Benjamin Wylie. **Mekanika Fluida**, jilid 1 Erlangga Jakarta, 1995.

Wiranto Arismunandar. **Penggerak Mula Motor Bakar Torak**, ITB Bandung, 1989

Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda. **Motor Diesel Putaran Tinggi**, Pradnya