

PENGARUH PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR KE BENTUK MODIFIKASI HEADER TERHADAP PERFORMANCE MESIN

Oleh :

Urip Subagio* & Damawidjaya Biksono*

*Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin UNJANI

ABSTRAK

Sejalan dengan perkembangan Ilmu dan Teknologi yang berkembang sangat pesat dalam bidang otomotif, banyak para ahli melakukan berbagai upaya dengan cara modifikasi maupun dengan cara penambahan alat dan peralatan pendukung lainnya, untuk mendapatkan hasil yang di inginkan antara lain hemat konsumsi bahan bakar dengan daya yang besar dan efisiensi mesin yang tinggi.

Salah satu komponen yang menarik dikaji, baik secara penampilan suara maupun performance mesin dengan jalan merubah manifold knalpot bentuk standart konfigurasi (4 1) ke bentuk modifikasi header (4 2 1), yang banyak digunakan dan diminati dikalangan masyarakat pencinta otomotif dengan merubah bentuk manifold knalpot tersebut. Pada penelitian ini akan ditunjukkan hasil performance mesin yaitu daya mesin yang dihasilkan serta jumlah konsumsi bahan bakar yang terpakai sebelum dan sesudah modifikasi knalpot tersebut di tinjau dari segi ekonomisnya.

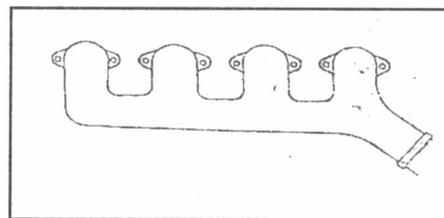
1. PENDAHULUAN

Diera globalisasi sekarang ini perkembangan industri otomotif yang sangat pesat baik dari segi bentuk dan aksesoris kendaraan yang banyak sekali ragam dan pilihan, namun kemajuan tersebut tak lain adalah untuk mendapatkan kemudahan, kenyamanan dan keamanan, sehingga akan dapat dengan mudah terpenuhi.

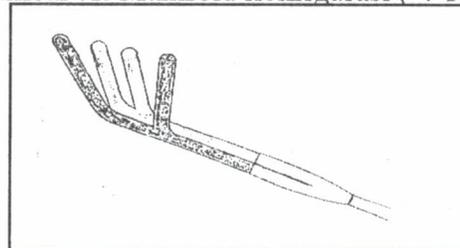
Untuk mengetahui performance mesin dengan cara modifikasi pada salah satu komponen dari suatu kendaraan bahan bakar Bensin 4 (empat) langkah dengan kapasitas 1300 cc yakni dengan memodifikasi bentuk manifold saluran gas buang standart konfigurasi (4 - 1) ke bentuk modifikasi konfigurasi (4 - 2 - 1).

Saluran gas buang berfungsi untuk menyalurkan sisa bahan bakar gas pembakaran yang keluar dari mesin dengan baik dan lancar dalam

Arti tidak ada hambatan, sistem pembuangan yang baik dengan cara memisahkan kepala saluran tersebut dari masing-masing silinder ke pipa pembuangan.



Gambar :1. Manifold konfigurasi (4-1).



Gambar : 2 . Manifold modifikasi header konfigurasi (4 - 2 - 1).

1. IDENTIFIKASI MASALAH

Modifikasi bentuk saluran gas buang dari bentuk standar (4 - 1) ke bentuk modifikasi header konfigurasi (4 - 2 - 1) pada motor bensin 4 (empat) langkah kapasitas 1300 cc Tipe 4 K, namun secara umum belum ada informasi teknis mengenai hal ini dan seberapa jauh dampak dari modifikasi tersebut Terhadap performance mesin, tentunya dengan adanya perubahan dari bentuk saluran gas buang tipe standar (4 - 1) ke bentuk modifikasi header konfigurasi (4 - 2 - 1) akan berdampak pada mesin itu sendiri dan akan menghasilkan daya yang lebih besar dengan efisiensi mesin lebih tinggi, sehingga bisa menjadi masukan bagi pemakai yang ingin menggunakan header konfigurasi (4 - 2 - 1).

2. BATASAN MASALAH

Kajian tentang perubahan manifold dari bentuk standar ke bentuk modifikasi, mencakup berbagai aspek yang cukup luas maka pada penelitian ini penulis menfokuskan pada ; Daya yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang menggunakan knalpot tipe standar konfigurasi (4 - 1) dengan tipe modifikasi konfigurasi (4 - 2 - 1). Dengan 5 (lima) Varian putaran dari 1500 rpm sampai dengan 3500 rpm, dengan kenaikan putaran masing - masing varian 500 rpm kenaikan, dan menggunakan sistem satuan MKS.

3. TUJUAN PENELITIAN

Dengan penelitian ini diharapkan beberapa hal di antaranya :

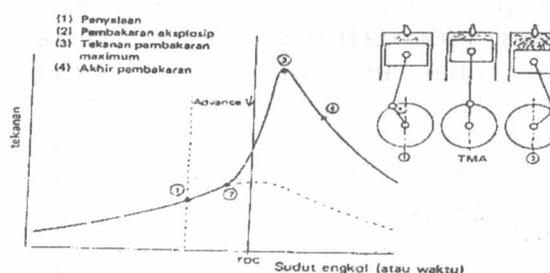
- Penelitian dapat mengidentifikasi perbedaan mendasar : Daya yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang antara manifold standar dengan manifold modifikasi.
- Penelitian ini dapat melihat perbedaan kurva - kurva yang dihasilkan antara

- Penelitian ini dapat memberikan informasi teknis bagi yang telah menggunakan perubahan / modifikasi maupun yang belum memodifikasi manifold knalpot kendaraannya.
- Dan penelitian ini dapat digunakan sebagai salah alternatif untuk meningkatkan daya mesin dan sebagai langkah awal untuk melakukan modifikasi knalpot yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

4. TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu jenis energi yang banyak digunakan dewasa ini adalah energi kalor / panas dan banyak digunakan pada bidang otomotif, dengan merubah bahan bakar menjadi energi kalor / panas kemudian diubah menjadi energi mekanik, dan selanjutnya energi mekanik disalurkan ke roda penggerak untuk menjalankan kendaraan dan tentunya dengan melalui poros dan roda gigi transmisi.

Pada kendaraan umumnya mesin yang digunakan adalah motor bakar torak yang bergerak rotasi (bolak - balik), didalam silinder terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dinyalakan pada ruang tertutup pada bagian silinder (*Internal Combustion Engine*)



Gambar : 3. Pembakaran campuran udara bensin dan perubahan tekanan di dalam silinder.

1.1 Pembakaran Sempurna

Didalam pembakaran sempurna pembagian nyala api pada waktu ignition delay terjadi merata keseluruh bagian, pada mekanisme pembakaran yang sebenarnya terjadi beberapa phase. Pada saat gas bakar dikompresikan tekanan dan suhu naik, sehingga terjadi reaksi kimia dimana molekul-molekul hydrocarbon terurai dan bergabung dengan oxygen, bentuk ruang bakar yang dapat menimbulkan turbulensi pada gas tadi akan membuat gas bakar tersebut dapat tercampur dalam ke adaan homogen. Sebelum langkah kompresi berakhir terjadilah percikan api pada busi yang kemudian membakar gas bakar tersebut, dengan timbulnya energi panas tekanan dan suhu naik secara mendadak sehingga torak terdorong menuju titik mati bawah (TMB).

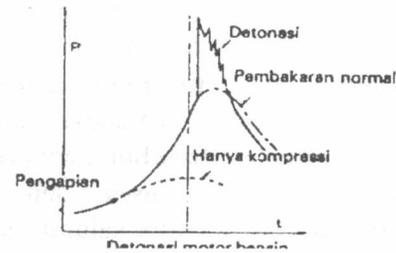
1.2 Pembakaran tidak Sempurna

Knocking : dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang telah terbakar, sehingga tekanan dan suhu naik sampai mencampuri keadaan hampir terbakar, jika saat ini gas tadi gas tadi terbakar dengan sendirinya maka akan timbul ledakan (*detonasi*) yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan (*knocking noise*). Fluktuasi tekanan yang besar dan cepat ini terjadi pada akhir pembakaran, sebagai akibatnya tenaga mesin akan berkurang dan jika sering terjadi akan memperpendek umur mesin.

Hal-hal yang menyebabkan *knocking* :

- Perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu pemasangan campuran dan suhu silinder yang tinggi.
- Masa pengapian yang terlalu cepat.
- Putaran mesin rendah dan penyebaran api lambat.

- Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak penyebaran api terlampaui jauh.



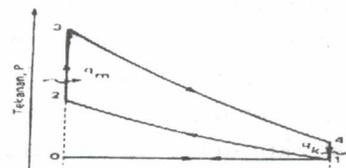
Gambar : 4. Grafik detonasi (knocking) pada motor bensin

5.3 Pre - ignition

Gejala pembakaran tidak normal adalah *pre - ignition* peristiwanya hampir sama dengan *knocking*, tetapi terjadinya *pre - ignition* hanya saat busi belum memercikan api. Disini bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari tekanan dan suhu yang cukup tinggi sebelum terjadinya busi menyala. Tekanan dan suhu tadi dapat membakar bahan bakar tanpa pemberian api dari busi, dengan demikian *pre - ignition* adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum sampai pada saat yang dikehendaki.

5.4 Siklus udara volume konstan (Siklus- Otto).

Siklus otto merupakan prinsip dasar dari kerja motor bensin, yang merupakan siklus udara dimana pemasukan kalor berlangsung pada volume konstan.



Gambar : 5. Diagram P - v dari siklus Otto.

Keterangan Gambar 5 : (Diagram P – v dari siklus Otto)

1. Notasi Diagram P – v. :

- P = Tekanan Fluida kerja (kg/cm²)
- v = Volume Spesifik (m³/kg)
- q_m = Jumlah kalor masuk (kcal/kg)
- q_k = Jumlah kalor keluar (kcal/kg)
- V₁ = Volume langkah torak (m³).
- V_s = Volume sisa (m³ atau cm³).
- TMA = Titik Mati Atas.
- TMB = Titik Mati Bawah.

2. Diagram Proses P – v :

- 0 – 1 = Isobarik..
- 1 – 2 = Adiabatik.
- 2 – 3 = Ischorik.
- 3 – 4 = Adiabatik.
- 4 – 1 = Isokhorik.
- 1 – 0 = Ishobarik.

3. Diagram Langkah P – v.

- 0 – 1 = Langkah Isap.
- 1 – 2 = Langkah kompresi.
- 2 – 3 = Proses pembakaran.
- 3 – 4 = Langkah kerja.
- 4 – 1 = Proses Pembuangan.
- 1 – 0 = Langkah Buang

6. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan penulis adalah dengan metode eksperimental melalui pengujian di laboratorium.

6.1 Data spesifikasi mesin uji.

Merk motor	: Toyota
Tipe Motor	: 4K – Over Head Value
Jumlah Silinder	: 4 buah.
Diameter Silinder	: 75 mm.
Langkah Torak	: 65,5 mm.
Rasio Kompresi	: 9,5 : 1.
Kapasitas	: 1300 cc.

1.1 Persamaan yang digunakan dalam pengolahan data :

2. Daya Poros (N_e) :

$$(N_e) = \frac{T.n}{716,2} (Ps).$$

2. Tekanan Effektif (P_e) :

$$(P_e) = \frac{450.000.N_e}{v.l.z.n.a} (kg/cm^2).$$

6 Tekanan Indikator (P_i) :

$$(P_i) = \frac{P_e}{\eta_m} (kg/cm^2).$$

7 Daya Indikator (N_i) :

$$(N_i) = \frac{P_i.v.l.z.n.a}{450.000} (Ps).$$

8 Konsumsi Bhn. Bakar spesifik (B) :

$$(B) = \frac{Gf}{Ni} \left(\frac{kg/jam}{Ps.} \right)$$

9 Efisiensi Thermal Efektif (η_{te}) :

$$\eta_{te} = \frac{N_i}{G f x Q c} x 632 (\%).$$

- Panjang lengan (l) = 47 cm.
- Langkah Piston (L) = 65,5 mm.
- Koefisien Stroke (a) = 0,5.
- Perbandingan Kompresi (ε) = 9,5

6.3 Data hasil pengamatan :

a. Tabel saluran gas buang standar.

N (rpm)	Beban (kg)	G _r (s/100gr)	CO (%)	HC (ppm)
1500	10,26	95,40	7,41	292
2000	10,86	69,30	6,29	262,3
2500	11,16	61,40	4,53	219,3
3000	11,10	53,53	4,54	183,6
3500	10,40	44,96	4,14	163

b. Tabel saluran gas buang modifikasi .

N (rpm)	Beban (kg)	G _r (s/100gr)	CO (%)	HC (ppm)
1500	10,13	79,80	7,37	240
2000	11,18	63,40	6,05	214
2500	12,40	47,23	7,09	213
3000	12,50	38,10	7,21	218
3500	12,63	34,43	7,32	186

6.4 Data hasil perhitungan :

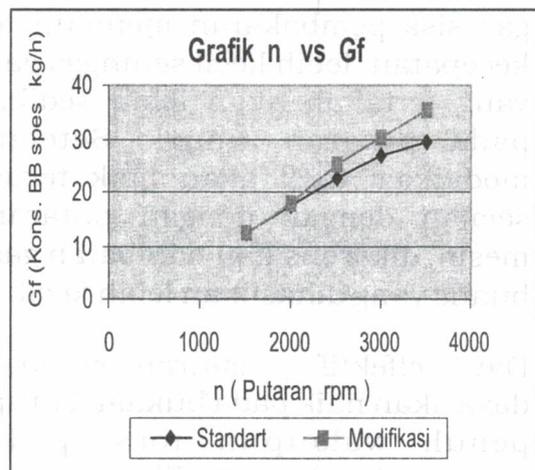
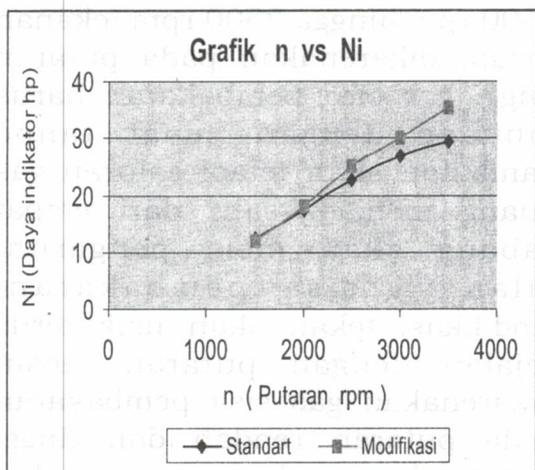
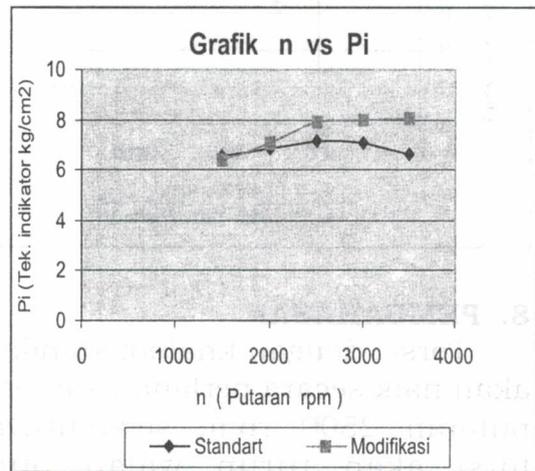
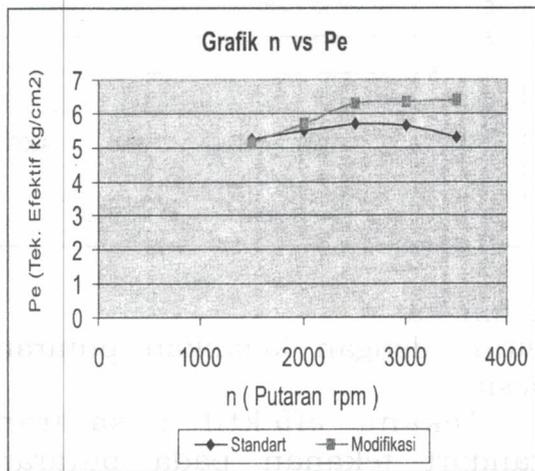
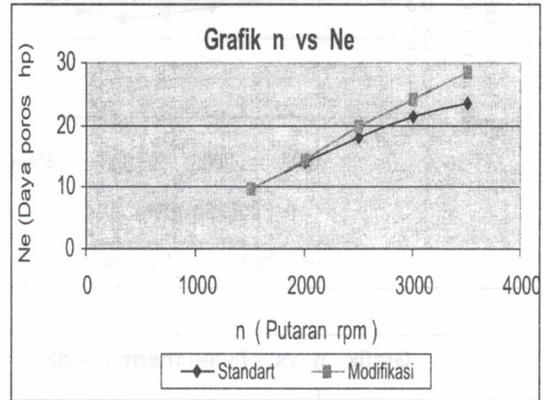
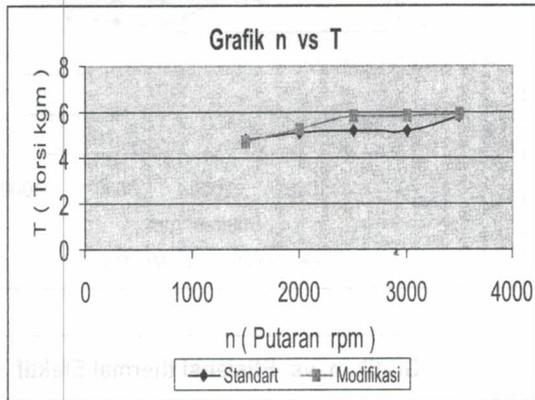
a. Tabel hasil perhitungan saluran gas buang standar.

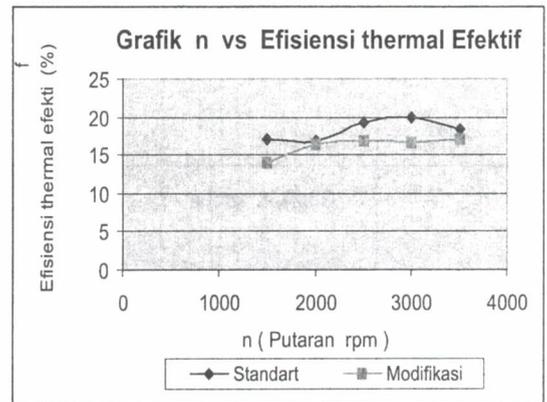
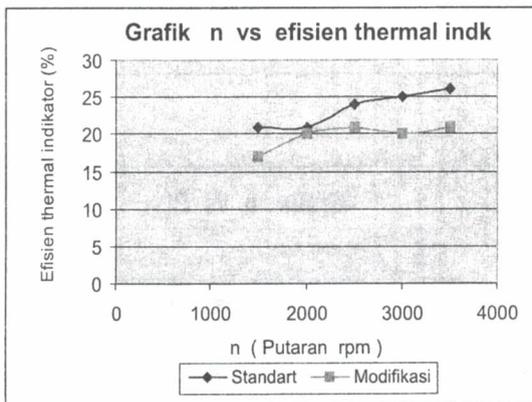
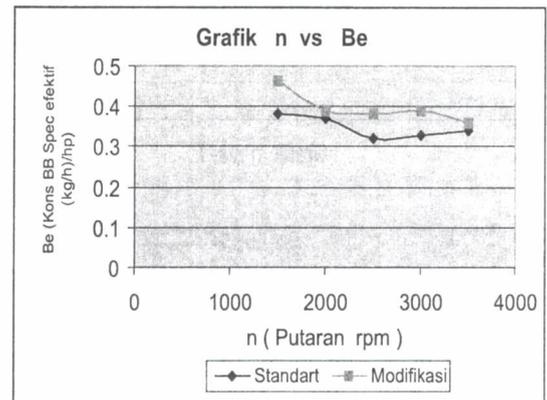
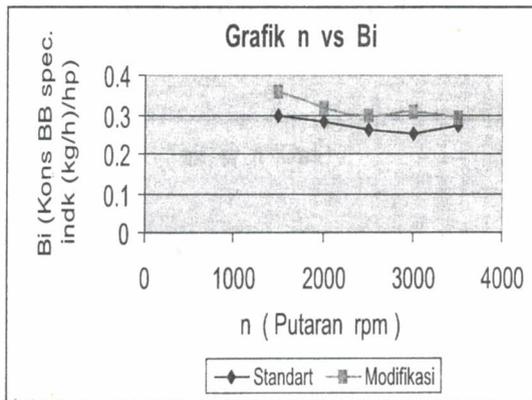
Putaran (rpm)	Beban (kg)	Torsi (kgm)	N _e (hp)	P _e (kg/cm ²)	P _i (kg/cm ²)	N _i (hp)	G _f (kg/jam)	B _i (kg/jam)/hp	B _e (kg/jam)/hp	η_{thi} (%)	η_{the} (%)
1500	10,28	4,82	9,90	5,24	6,55	12,4	3,77	0,30	0,38	21	17,0
2000	10,86	5,10	14,04	5,50	6,87	17,3	5,19	0,30	0,37	21	16,8
2500	11,16	5,24	18,03	5,69	7,11	22,5	5,86	0,26	0,32	24	19,2
3000	11,10	5,21	21,52	5,66	7,07	26,8	6,72	0,25	0,32	25	20,0
3500	10,40	5,88	23,52	5,30	6,62	29,3	8,00	0,27	0,34	23	18,4

b. Tabel hasil perhitungan saluran gas buang modifikasi.

Putaran (rpm)	Beban (kg)	Torsi (kgm)	N _e (hp)	P _e (kg/cm ²)	P _i (kg/cm ²)	N _i (hp)	G _f (kg/jam)	B _i (kg/jam)/hp	B _e (kg/jam)/hp	η_{thi} (%)	η_{the} (%)
1500	10,13	4,76	9,70	5,14	6,42	12,20	4,50	0,36	0,46	17	13,9
2000	11,18	5,25	14,40	5,68	7,10	17,90	5,67	0,31	0,39	20	16,3
2500	12,40	5,82	20,02	6,32	7,90	25,00	7,62	0,30	0,38	21	16,9
3000	12,50	5,87	24,16	6,36	7,95	30,20	9,40	0,31	0,39	20	16,5
3500	12,63	5,93	28,50	6,42	8,02	35,50	10,45	0,29	0,36	21	17,0

7. GRAFIK PENGGUNAAN KNALPOT STANDAR DAN MODIFIKASI.





8. PEMBAHASAN

Torsi ; dengan knalpot standar akan naik secara perlahan sampai putaran 2500 rpm, selanjutnya torsi akan turun walau pun putaran mesin ditambah dikarenakan pada putaran rendah gas sisa pembakaran mempunyai kecepatan lebih kecil sehingga gas yang tertahan akan lebih sedikit pada putaran tinggi. Setelah modifikasi torsi akan naik terus sejalan dengan dengan putaran mesin, dikarena kan hambatan gas buang yang dihasilkan lebih kecil.

Daya efektif ; saluran standar daya akan naik pada bukaan katup penuh walaupun torsi pada putaran tinggi turun, dikarena kan daya yang dihasilkan akan naik dengan kenaikan putaran mesin. Modifikasi daya yang dihasilkan

meningkat

seiring dengan kenaikan putaran mesin.

Tekana efektif ; saluran standar tekanan pada putaran 1500 rpm sampai dengan 2500 rpm akan naik terus kemudian pada 2500 rpm hingga 3500 rpm tekanan turun, dikarenakan pada putaran tinggi gas sisa pembakaran harus dibuang dengan cepat tanpa hambatan akan tetapi saluran gas buang menjadi satu dari empat cabang akan mem pengaruhi jalannya sisa pembakaran. Modifikasi tekan akan naik terus sejalan dengan putaran mesin dikarenakan gas sisa pembakaran pada putaran rendah dan tinggi dapat dibuang dengan cepat dan tanpa hambatan karena saluran dibuat bercabang sehingga gas yang keluar hambatannya kecil.

Tekanan indikator ; saluran standart tekanan pada putaran 1500 rpm naik terus sampai dengan 2500 rpm, selanjutnya dari putaran 2500 rpm sampai dengan 3500 rpm tekanan akan turun dikarenakan pada putaran tinggi gas sisa pembakaran harus dibuang dengan cepat tanpa hambatan akan tetapi saluran gas buang menjadi satu dari empat cabang akan memengaruhi jalannya sisa pembakaran. Pada modifikasi tekan akan naik terus sejalan dengan putaran mesin di karenakan gas sisa pembakaran pada putaran rendah ke tinggi dapat dibuang dengan cepat dan tanpa hambatan karena saluran dibuat bercabang sehingga gas yang keluar hambatannya kecil.

Konsumsi bahan bakar ; saluran standart penggunaan bahan bakar terlihat lebih irit hal ini terjadi karena pada saat gas sisa pembakaran dibuang masih terdapat gas yang tersisa dalam ruang bakar dan apabila di ruang pembakaran gas yang tertinggal banyak maka bahan bakar yang masuk akan sedikit. Untuk modifikasi bahan bakar terlihat lebih boros , hal ini terjadi bahwa pada saat gas sisa pembakaran dapat dibuang seluruhnya sehingga bahan bakar yang masuk keruang pembakaran akan lebih banyak

Konsumsi bahan bakar spesifik ; pada saluran gas buang standart turun perlahan dari putaran 1500 rpm sampai dengan 3000 rpm dan dari 3000 rpm sampai dengan 3500 rpm terjadi kenaikan, hal ini di sebabkan dari daya yang meningkat karena putaran mesin tinggi serta di ikuti pemakaian bahan bakar yang lebih banyak. Sedangkan untuk modifikasi konsumsi bahan bakar spesifik cenderung turun dari putaran rendah ke putaran tinggi di

yang banyak serta di ikuti pula meningkatnya daya motor.

Efisiensi thermal ; untuk modifikasi efisiensi lebih rendah jika dibandingkan dengan standart, hal ini disebabkan karena konsumsi kebutuhan bahan bakar lebih boros. Sedangkan saluran standart efisiensinya lebih tinggi disebabkan penggunaan konsumsi bahan bakar lebih irit jika dibandingkan dengan saluran modifikasi

9. PENUTUP

Kesimpulan.

Dari data-data hasil pengujian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut ;

- Penggunaan saluran gas buang modifikasi header kon-figurasi (4 - 2 - 1) daya yang dihasilkan meningkat terutama pada putaran mesin yang tinggi, akan tetapi pada putaran mesin rendah daya yang dihasilkan relatif sama
- Konsumsi bahan bakar dengan menggunakan saluran gas buang modifikasi terlihat lebih boros, lihat tabel penggunaan bahan bakar dengan menggunakan saluran gas buang standart pada putaran mesin 2500 rpm memerlukan 61,40 (s/100 gr) sedangkan pada saluran gas buang modifikasi menghabiskan 47,23 (s/100 gr) pada putaran mesin yang sama dan di ikuti dengan meningkatnya daya motor. Akan tetapi dari konsumsi bahan bakar yang boros tersebut tidak seluruhnya bahan bakar itu terbakar dengan sempurna, hal ini terlihat dari hasil kadar emisi gas buang CO (carbon monoksida) yang dihasilkan menunjukkan peningkatan konsumsi bahan bakar.

Saran.

- Jika kendaraan digunakan untuk keperluan oprasional sehari - hari dan jarak dekat (dalam kota) disaran lebih baik menggunakan saluran gas buang (knalpot) manifold standart karena selain konsumsi bahan bakar lebih irit serta pencemaran udara lebih bersih, pertimbangan lainnya adalah dilihat dari harga bahan bakar yang diperlukan dan segi ekonomisnya.

- Dan apabila kendaraan untuk keperluan - an *dragrace* atau khusus luar kota lebih baik menggunakan saluran gas buang (knalpot) manifold modifikasi karena makin tinggi putaran mesin makin tinggi pula daya yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Addison, " Applications of Thermodynamics", Second Edition, Wesley Publishing Compay, Inc.,1982.
2. ARISMUNANDAR, Wiranto. " Penggerak Mula Motor bakar torak", edisi keempat, ITB - Bandung, 1988.
3. BPM. Arends, H. Berenschot, " Motor Bensin " , 1980
4. Engine Step 2, PT. Toyota - Astra Motor.
5. M. M. EL - Wakil , " Powerplant Technology",McGraw-Hill, Ltd.,1984.