

# OPTIMASI KONFIGURASI MAINJET DAN SLOWJET KARBURATOR MOTOR BENSIN SATU SILINDER 97 CC

Prawoto

BTMP-BPPT, Pasca Sarjana Jurusan Teknik Mesin Universitas  
Pancasila, Jakarta

## ABSTRACT

*This paper describes a study that compared performance and emission from a 97 cc small single cylinder gasoline engine using five differences carburetor jet configuration. The study is based on the engine test bed results. The test results have shown that the bigger main jet produce slightly higher torque and power than the smaller one, but the fuel consumption also higher. The emission test results have shown a higher hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) for bigger main jet configuration. However Oxide of Nitrogen (NO<sub>x</sub>) emission from bigger main jet configuration was generally lower. The smallest jet configuration produced to lean fuel air mixture and caused engine over heat. The data obtained in this study indicate that the best configuration for the engine tested is 72/38 jet configuration.*

**Keywords:** *main jet, secondary jet, gasoline engine, emission, engine performance.*

## PENDAHULUAN

Pada motor bensin konvensional, semua bahan bakar, udara dan setiap resirkulasi gas buang dicampur bersama di dalam saluran masuk sebelum masuk ruang bakar dengan menggunakan karburator atau dengan sistem injeksi bahan bakar tekanan rendah. Mesin-mesin baru terutama untuk kendaraan penumpang saat ini hampir semua menggunakan sistem injeksi bahan bakar, baik dengan sistem injeksi tunggal (*single-point/throttle body injection*) (CFi atau TBi), maupun dengan sistem injeksi banyak (*multi-point injection*) (MPi atau EFi). Untuk mesin-mesin kecil seperti yang digunakan pada sepeda motor sistem dengan karburator masih lebih dominan dan menguntungkan.

Proses pencampuran bahan bakar-udara akan terus berlangsung selama langkah isap dan langkah kompresi, sehingga didapat campuran homogen sebelum penyalaan. Pembakaran dimulai beberapa derajat sudut engkol sebelum titik mati atas (*top dead center*) (TDC) dengan memberikan tegangan tinggi melalui busi. Proses pembakaran campuran secara umum telah selesai pada 25° sudut engkol setelah titik mati atas, walaupun pembakaran belum sempurna hingga beberapa

derajat lagi. Lama waktu pembakaran sangat bergantung pada kecepatan perambatan api dan kekompakan bentuk ruang bakar. Hal pertama terutama merupakan fungsi dari perbandingan campuran udara-bahan bakar, spesifikasi bahan bakar dan intensitas turbulensi. Sedangkan hal kedua merupakan fungsi disain ruang bakar yang ada.

Perbandingan udara-bahan bakar (AFR) pada motor bensin secara tipikal adalah 14,5 : 1. AFR mempunyai pengaruh yang sangat besar pada luaran daya, efisiensi termal dan emisi gas buang, dan harus dikontrol secara baik pada seluruh rentang operasi mesin. Pada motor bensin dengan sistem karburator, peranan pasangan jet yang digunakan (*main jet* dan *slow jet*) sangat besar terhadap AFR. Sehingga pemilihan pasangan jet yang tepat untuk jenis mesin tertentu akan memberikan luaran yang baik.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Paper ini menyajikan hasil penelitian penggunaan berbagai pasangan jet karburator motor bensin satu silinder kapasitas 97 cc yang umum dipakai pada mesin sepeda motor kelas 100 cc. Penelitian dimaksudkan untuk mendapatkan pasangan jet yang terbaik ditinjau dari segi unjuk kerja mesin dan emisi gas buang.

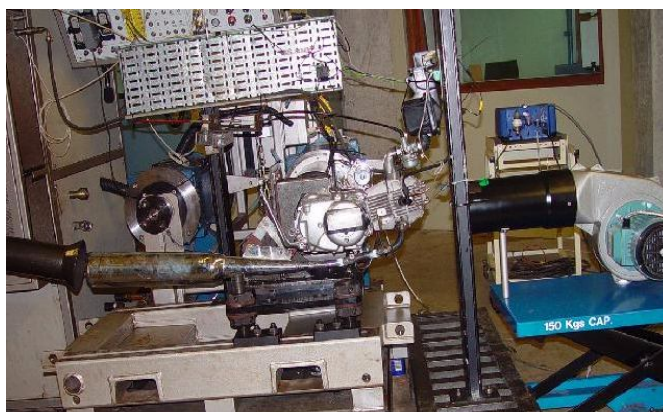
### **Alat Dan Metoda**

#### **Alat Uji**

Pengujian dilakukan dengan menempatkan mesin di atas bangku uji (*test bed*) dengan dudukan (*mounting*) untuk menopang mesin. Keluaran daya poros mesin dihubungkan ke sebuah alat dynamometer arus searah (*DC dynamometer*) dengan kopleng (*flexible coupling*). Momen torsi yang ditimbulkan oleh dynamometer karena daya mesin yang diserap untuk mempertahankan putaran tertentu dari mesin, terukur oleh *strain gauge* dalam *load cell*. Pada saat yang sama putaran mesin terukur oleh *pick up* elektronik. Jenis mesin yang digunakan adalah mesin 97cc, 4 Langkah dengan Sistim pendinginan udara.

Parameter pengukuran lain seperti temperatur digunakan termokopel dan PRT (*platinum resistance thermometer*). Sementara untuk tekanan digunakan sensor tekanan (*pressure transducer*).

Untuk mengukur emisi gas buang digunakan sebuah emission analyzer dengan merek Heshbon HG-520. Rangkaian alat uji dalam sebuah pengujian di test bed ditunjukkan oleh Gambar



Gambar 1. Rangkaian alat uji unjuk kerja dan emisi gas buang

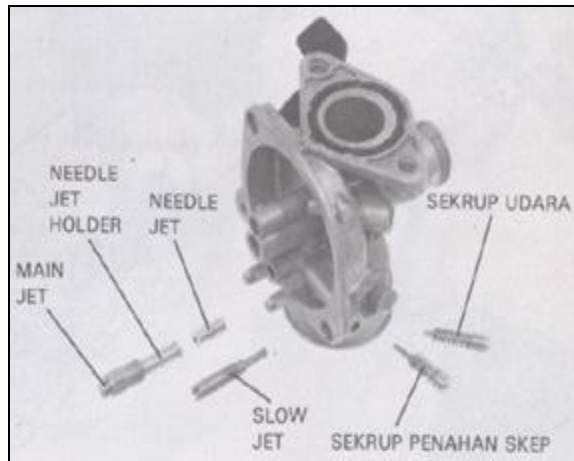
### Metoda Pengujian

Sebelum pengujian, dilakukan persiapan terhadap mesin dan sistem pengujian. Persiapan mesin meliputi : pembuatan dudukan, setting mesin di atas *test bed*, setting alat ukur dan bukkaan *throttle* serta pengisian pelumas. Persiapan sistem pengujian meliputi : kalibrasi seluruh alat ukur yang digunakan dan pembuatan program pengujian (TMP).

Pengujian dimulai dengan melakukan pemanasan mesin hingga temperatur pelumas pada bak penampung oli (*oil sump*) mencapai 80°C, sebelum melangkah ke proses pengujian lebih lanjut.

Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian unjuk kerja dengan mangacu pada SNI No. 09-0120-1995, untuk memperoleh Torsi, Daya dan Konsumsi bahan bakar spesifik (BSFC) serta emisi gas buang dalam rentang putaran antara 4000 – 9000 rpm dengan interval 500 rpm. Pengujian unjuk kerja dilakukan untuk masing-masing pasangan/konfigurasi dan ukuran jet karburator tertentu. Pasangan dan ukuran jet karburator yang diuji meliputi *main jet* dan *slow jet* sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2 adalah : 72/38; 75/38; 75/40; 72/42 dan 65/42. *Main jet* terutama berfungsi sebagai jalur pemasok bahan bakar pada putaran dan beban yang tinggi, sedangkan *slow jet* untuk putaran dan beban rendah, seperti kondisi saat mesin *idle*.

Hasil pengujian pada setiap konfigurasi jet karburator di atas kemudian dibandingkan untuk memilih unjuk kerja mesin yang optimal.



Gambar 2. Susunan *Main jet* dan *Slow jet* karburator <sup>(2)</sup>.

## ANALIS DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian unjuk kerja yang meliputi Torsi, Daya dan pemakaian bahan bakar spesifik ditunjukkan dalam Tabel 1. Sedangkan hasil uji emisi yang dilakukan bersamaan dengan uji unjuk kerja tersebut masing-masing ditunjukkan dalam Tabel 2. untuk CO, HC dan NO<sub>x</sub>, serta Tabel 3. untuk factor perbandingan udara-bahan bakar,  $\lambda$  dan temperatur gas buang.

Tabel 1. Hasil uji unjuk kerja untuk lima konfigurasi jet.

No	Putaran (rpm)	Torsi (Nm)					Daya (kW)					Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (gr/kWh)				
		72/38	75/38	75/40	72/42	65/42	72/38	75/38	75/40	72/42	65/42	72/38	75/38	75/40	72/42	65/42
1	4000	6.02	6.06	6.12	5.99	5.93	2.52	2.54	2.56	2.55	2.48	361.36	362.82	387.88	369.55	320.07
2	4500	6.06	6.07	6.12	6.08	6.02	2.85	2.86	2.88	2.84	2.84	387.36	412.19	420.97	411.95	344.87
3	5000	5.94	6.04	6.10	6.03	5.96	3.11	3.16	3.19	3.15	3.12	374.91	378.94	391.68	386.21	337.76
4	5500	6.19	6.26	6.34	6.02	6.19	3.56	3.60	3.65	3.57	3.56	374.10	405.05	406.74	389.26	338.13
5	6000	6.09	6.22	6.22	6.21	6.01	3.82	3.91	3.91	3.84	3.77	379.60	393.91	400.54	394.42	339.02
6	6500	6.06	6.09	6.09	6.12	5.89	4.12	4.14	4.14	4.04	4.01	375.14	395.24	407.56	413.48	348.53
7	7000	5.86	5.95	5.92	5.94	5.64	4.29	4.36	4.34	4.25	4.13	379.28	401.52	407.69	405.91	353.54
8	7500	5.50	5.58	5.58	5.8		4.32	4.38	4.38	4.29		395.39	420.30	428.36	428.04	
9	8000	5.14	5.26	5.24	5.46		4.30	4.40	4.39	4.29		412.53	422.10	435.50	436.26	
10	8500	4.83	4.94	4.94	5.12		4.30	4.39	4.39	4.28		416.52	419.08	424.31	443.23	
11	8750	4.63	4.79	4.72	4.81		4.24	4.39	4.32	4.23		415.51	419.46	428.27	468.29	
12	9000	4.50	4.53	4.50	4.62		4.24	4.27	4.24	4.12		423.13	419.22	438.14	453.37	

Tabel 2. Hasil uji emisi untuk lima konfigurasi jet.

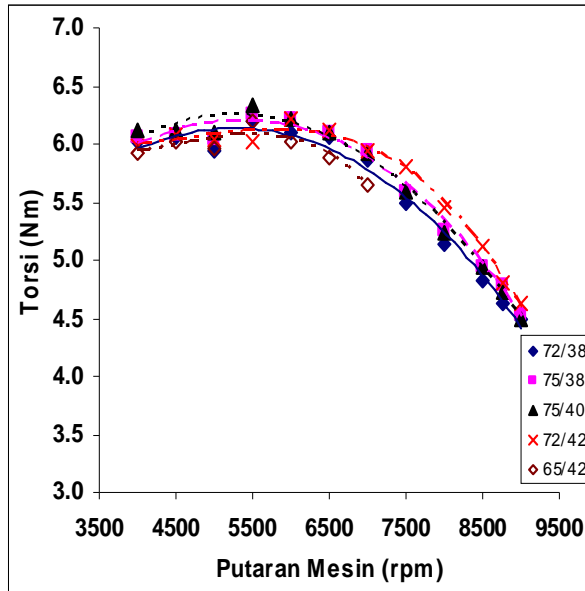
No	Putaran (rpm)	Torsi (Nm)					Daya (kW)					Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (gr/kWh)				
		72/38	75/38	75/40	72/42	65/42	72/38	75/38	75/40	72/42	65/42	72/38	75/38	75/40	72/42	65/42
1	4000	2.15	3.12	3.88	3.83	0.47	114.0	135.5	117.0	105.0	82.0	1787.0	1194.5	277.0	713.0	
2	4500	4.70	6.61	7.01	5.78	1.99	135.0	166.0	173.0	162.0	81.0	897.0	399.0	332.0	435.5	
3	5000	2.40	4.08	4.92	3.81	0.86	113.0	132.0	151.0	132.5	79.5	1727.0	945.5	706.5	861.0	
4	5500	2.77	5.20	5.74	3.99	0.58	107.0	142.0	131.0	104.5	71.0	1571.0	705.5	550.0	885.0	
5	6000	2.65	4.65	5.11	4.18	0.38	84.0	100.5	112.5	103.0	54.5	1550.5	804.0	673.0	867.0	
6	6500	2.59	4.28	4.70	4.25	0.30	86.5	107.0	114.5	101.5	59.0	1634.0	907.5	790.0	863.5	
7	7000	2.28	4.04	4.82	3.80	0.22	79.0	98.0	109.0	96.0	53.5	1759.5	1002.0	804.0	999.0	
8	7500	2.66	4.77	5.22	4.11		69.0	93.5	100.0	86.0		1532.0	783.0	640.0	881.0	
9	8000	2.80	4.04	4.75	4.25		69.0	78.0	93.5	89.0		1458.0	902.0	735.5	807.5	
10	8500	1.93	3.06	3.42	3.68		74.0	110.5	89.5	84.5		942.5	719.5	765.5	958.5	
11	8750	1.67	2.42	2.94	3.43		68.0	87.0	82.0	80.5		1045.5	926.0	909.5	1000.0	
12	9000	1.43	1.78	2.48	3.02		62.0	88.5	59.0	65.5		1074.5	1131.5	877.5	1034.5	

Tabel 3. Perbandingan  $\lambda$  dan temperatur gas buang untuk lima konfigurasi jet.

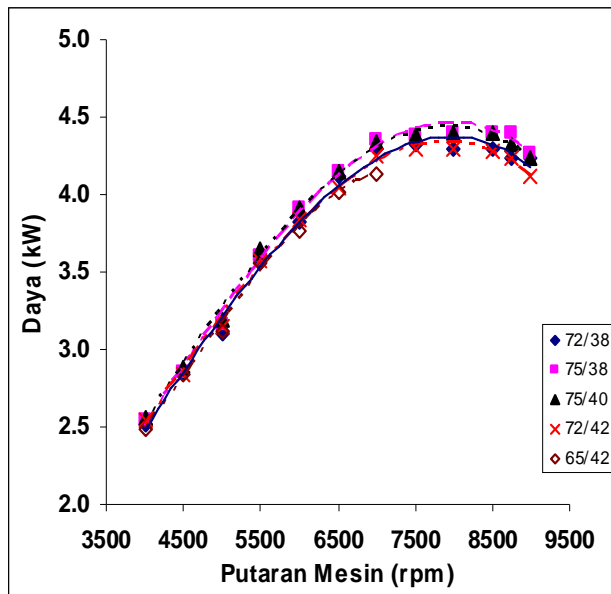
No	Putaran (rpm)	$\lambda$					Temperatur Gas Buang [°C]				
		72/38	75/38	75/40	72/42	65/42	72/38	75/38	75/40	72/42	65/42
1	4000	0.99	0.96	0.91	0.94	1.09	193	184	177	164	153
2	4500	0.91	0.85	0.85	0.88	1.00	229	223	223	211	231
3	5000	0.97	0.92	0.90	0.93	1.04	210	202	196	177	160
4	5500	0.95	0.88	0.87	0.92	1.05	220	221	193	189	210
5	6000	0.96	0.90	0.89	0.92	1.08	217	213	213	186	166
6	6500	0.96	0.92	0.90	0.92	1.08	219	213	205	189	169
7	7000	0.97	0.92	0.90	0.93	1.09	222	218	208	194	168
8	7500	0.96	0.90	0.88	0.92		224	219	213	196	
9	8000	0.95	0.92	0.90	0.91		227	221	214	198	
10	8500	0.99	0.95	0.94	0.93		230	227	220	202	
11	8750	1.00	0.98	0.96	0.94		232	228	222	205	
12	9000	1.01	1.00	0.98	0.95		233	232	224	207	

Dari ketiga tabel terlihat bahwa untuk konfigurasi 65/42 pengujian tidak dapat dilanjutkan untuk putaran lebih besar dari 7000 rpm. Hal ini disebabkan konfigurasi 65/42 tersebut memberikan campuran udara-bahan bakar yang sangat

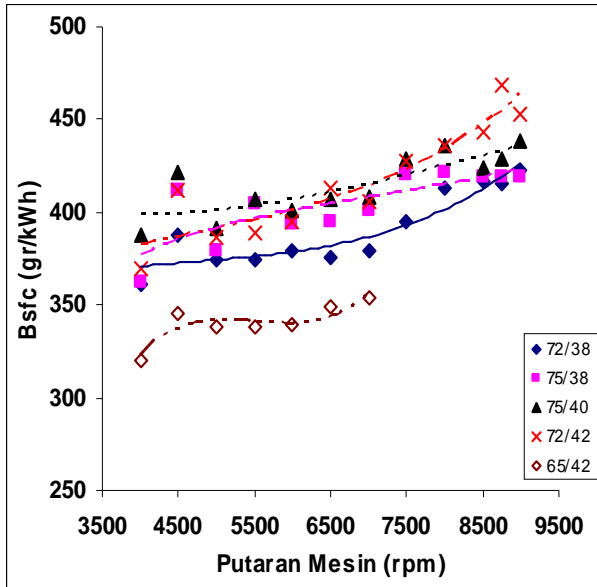
miskin dan mengakibatkan temperatur mesin melebihi batas seting yang diberikan. Grafik perbandingan masing-masing parameter unjuk kerja dan emisi diberikan dalam Gambar 3 sampai dengan Gambar 9.



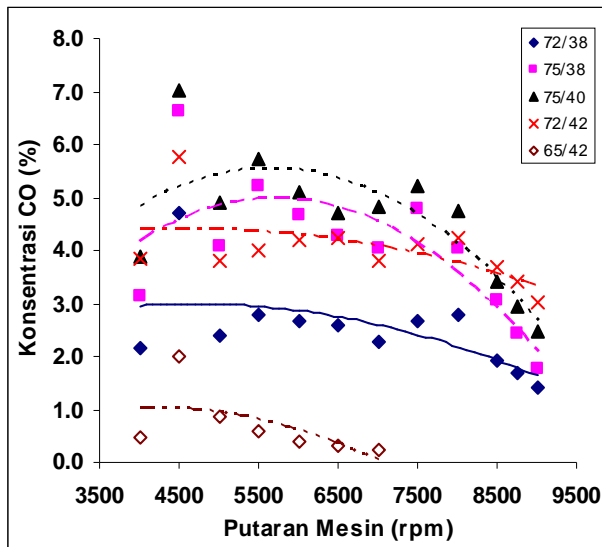
Gambar 3. Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin.



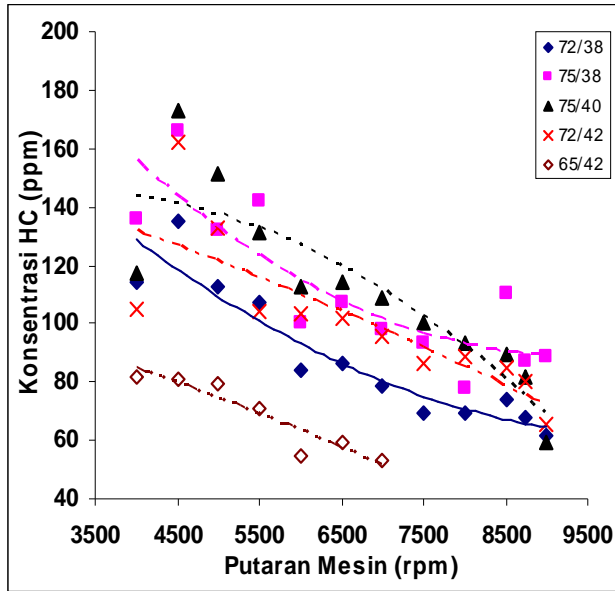
Gambar 4. Grafik perbandingan daya poros terhadap putaran mesin.



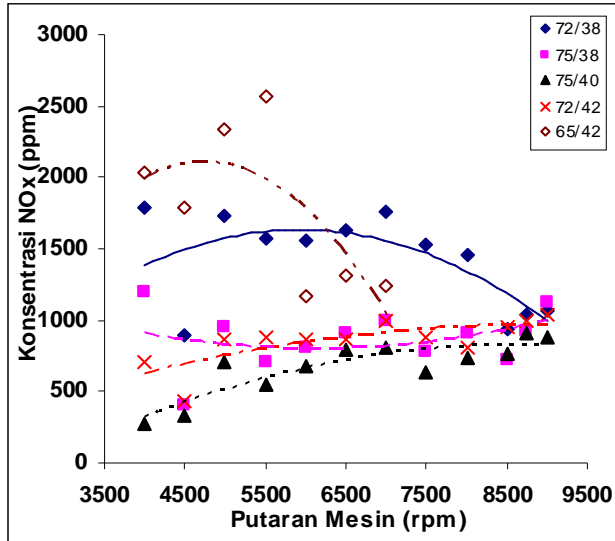
Gambar 5. Grafik perbandingan pemakaian bahan-bakar spesifik terhadap putaran mesin.



Gambar 6. Grafik perbandingan emisi CO terhadap putaran mesin.

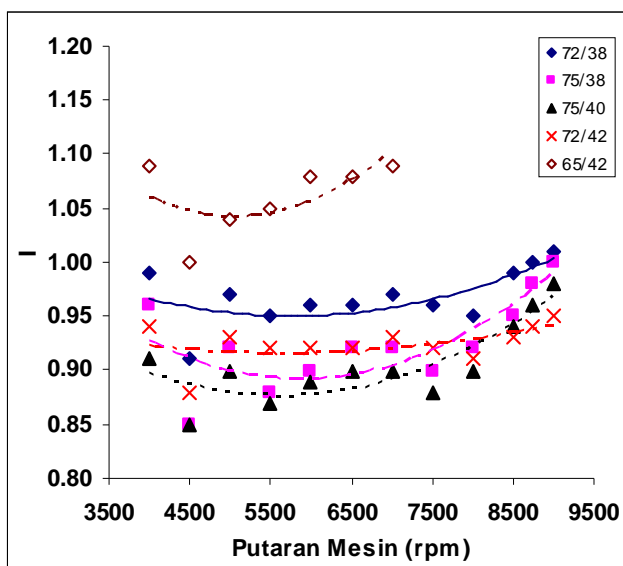


Gambar 7. Grafik perbandingan emisi HC terhadap putaran mesin.



Gambar 8. Grafik perbandingan emisi NO<sub>x</sub> terhadap putaran mesin.





Gambar 9. Grafik perbandingan factor  $\lambda$  terhadap putaran mesin.

Dari Gambar 3, terlihat bahwa terjadi sedikit penurunan torsi maksimum dengan menggunakan *main jet* yang lebih kecil dengan *slow jet* yang sama, atau *main jet* sama tetapi *slow jet* lebih kecil. Torsi maksimum untuk konfigurasi 72/38, 1,1 % lebih kecil dibandingkan konfigurasi 75/38. Sedangkan torsi maksimum konfigurasi 75/38 lebih kecil 1,3 % dibandingkan konfigurasi 75/40. Tidak demikian halnya dengan daya maksimum.

Dari Gambar 4, terlihat bahwa daya maksimum terbesar dicapai oleh konfigurasi 75/38. Konfigurasi 72/38 menghasilkan daya 2,3 % lebih rendah dibandingkan konfigurasi 75/38, namun pemakaian bahan bakar spesifiknya 7,6 % lebih baik (Gambar 5).

Konfigurasi 72/42 merupakan konfigurasi paling boros. Sedangkan konfigurasi 65/42 terlalu miskin sehingga pengujian tidak dapat diselesaikan, karena mesin terlalu panas (*over heat*). Dengan mengesampingkan konfigurasi 65/42, maka baik emisi CO (Gambar 6) maupun HC (Gambar 7) yang terendah adalah konfigurasi 72/38, meskipun emisi  $\text{NO}_x$  nya yang tertinggi (Gambar 8). Hal ini sangat wajar mengingat perbandingan udara bahan bakar konfigurasi 72/38 untuk semua rentang putaran mendekati satu (campuran stoikiometrik), sehingga dihasilkan temperatur pembakaran yang tinggi dan berakibat besarnya emisi  $\text{NO}_x$  (Gambar 9). Dengan mengacu harga ambang batas emisi kondisi idle menurut surat keputusan menteri lingkungan hidup No. 35/MENLH/10/1993, maka emisi CO untuk konfigurasi 75/38 maupun 75/40 melebihi nilai ambang batas (>4,5 %) untuk sebagian besar rentang putaran, terutama pada putaran rendah hingga putaran menengah. Untuk konfigurasi 72/42 melebihi nilai ambang batas terutama pada

putaran rendah. Sedangkan konfigurasi 72/38 untuk semua rentang putaran emisi CO jauh dibawah nilai ambang batas tersebut.

Untuk emisi HC semua konfigurasi memenuhi ambang batas yang ditentukan, namun bila emisi NO<sub>x</sub> diperhitungkan dan dijumlahkan dengan emisi HC menjadi HC+NO<sub>x</sub>, harus lebih rendah dari 2300 ppm, maka konfigurasi 65/42 tidak memenuhi ambang batas. Sedangkan konfigurasi yang lain tetap memenuhi nilai ambang batas yang ditentukan.

## KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian dan uraian diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya adalah :

Pemilihan konfigurasi *main jet* dan *slow jet* yang tepat untuk pasangan mesin dan karburator tertentu sangat diperlukan. Mengingat pemilihan ini akan sangat mempengaruhi baik kinerja mesin maupun emisi gas buang yang dihasilkan.

Pemilihan dengan hanya memperhatikan faktor kinerja (torsi dan daya) akan menghasilkan konfigurasi yang boros dan polusif. Sebaliknya bila hanya memperhatikan faktor pemakaian bahan bakar, akan menghasilkan konfigurasi yang berkinerja rendah, bahkan dapat juga tidak ramah lingkungan dan mengakibatkan mesin terlalu panas..

Dengan mempertimbangkan aspek unjuk kerja dan emisi gas buang maka untuk mesin 97 cc yang di uji, konfigurasi *main jet* dan *slow jet* 72/38 merupakan konfigurasi terbaik diantara konfigurasi-konfigurasi lain yang di uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hasan, dkk., *Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor 100 cc*, Laporan Teknis Intern BTMP-BPPT, 2003.
- Buku Pedoman Reparasi Honda Astrea Star, PT. Astra International, Inc, 1987.
- Prawoto, *Kebutuhan Teknologi Kontrol Emisi Dalam Pemenuhan Ambang Batas Emisi Gas Buang Sepeda Motor di Indonesia*, Jurnal Termodinamika dan Fluida, No.10 Th V, Vol. 2, Desember 2001.
- John B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamental*, Mc Graw Hill Series in Mechanical Engineering, 1988.
- R. Stone, *Internal Combustion Engines*, The Macmillan Press LTD, 2<sup>nd</sup> edition, 1992.
- Bosch, *Automotive Handbook*, 4<sup>th</sup> edition, 1996.