

# ASPEK TORSI DAN DAYA PADA MESIN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN PREMIUM – METHANOL

Ojo Kurdi <sup>1)</sup>, Arijanto, <sup>2)</sup>

Abstrak

Persediaan minyak bumi yang terus menipis mendorong manusia menemukan teknologi untuk mengefisienkan kinerja mesin, penelitian juga dilakukan untuk mencari alternatif bahan bakar selain minyak bumi. Bahan – bahan yang sebelumnya tidak diperhitungkan sebagai bahan bakar diuji coba dan dikaji kelayakannya sebagai bahan bakar.

Metanol adalah salah satu bahan bakar yang layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Metanol termasuk dalam turunan alkohol dengan rumus kimia yang paling sederhana ( $CH_3OH$ ). Keuntungan penggunaan metanol antara lain, emisi gas buang yang rendah, performa yang baik, dan tidak mudah terbakar bila dibandingkan dengan bensin. Di samping itu, metanol juga mudah diproduksi dari hasil tambang seperti gas alam, batu bara, dan bahkan dari biomassa seperti kayu. Meskipun demikian beberapa hal yang perlu menjadi pertimbangan apabila menggunakan metanol sebagai bahan bakar, yaitu metanol tidak dianjurkan pada mesin kendaraan bermotor dalam kondisi masih standar. Perlu diingat bahwa karakteristik alkohol berikut turunannya bersifat relatif korosif bila bercampur dengan karet, plastik, tembaga, kuningan, dan aluminium.

Pengujian yang dilakukan akan menggunakan komposisi premium murni, campuran antara premium dan 20 % metanol, 40 % metanol, serta 60 % metanol. Pengujian dilakukan menggunakan Dyno Dynamics Chassis Dynamometer, dimana mesin yang diuji harus terpasang pada rangka kendaraan lengkap dengan seluruh aksesoris kendaraan tersebut. Hasil dari pengujian diketahui bahwa ternyata campuran premium - metanol dapat meningkatkan torsi, daya mesin, Air/Fuel Ratio, dan efisiensi. Walaupun demikian terjadi beberapa kerugian, yaitu konsumsi bahan bakar yang meningkat

**Kata kunci :** metanol

## PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade minyak bumi menjadi andalan sebagai penghasil energi yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan bermotor. Seiring pertumbuhan penduduk dunia maka jumlah kendaraan bermotor pun ikut bertambah. Hal ini mengindikasikan meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak untuk kendaraan bermotor. Dari hal inilah timbul pertanyaan, apakah persediaan minyak bumi masih cukup untuk beberapa dekade ke depan. Seperti yang kita ketahui bahwa minyak bumi yang termasuk dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), maka sumber daya alam tersebut akan habis. Oleh karena itu diperlukan sekali adanya suatu usaha untuk mencari bahan bakar baru yang bisa dikembangkan untuk menjadi bahan bakar alternatif ataupun bahan bakar pencampur.

Di Indonesia sendiri pemerintah sejak tahun 2005 telah mencanangkan gerakan hemat energi melalui Inpres Nomor 10 Tahun 2005 tentang Penghematan Energi, selain itu banyak peneliti berusaha mencari alternatif bahan bakar. Semua itu dilakukan dalam rangka menghemat penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi ketergantungan akan minyak.

Bahan bakar alternatif yang sekarang sudah mulai digunakan adalah LPG, Metanol, Etanol, Propane, Butane, Biodiesel, dsb. LPG itu sendiri sudah banyak digunakan pada taksi dan bus kota yang beroperasi di Ibukota Jakarta, sedang Metanol dan Etanol sering digunakan sebagai bahan bakar pada mobil model (mobil dengan menggunakan *remote control*), pesawat model, dan helikopter model. Oleh sebab itu tidak ada salahnya bila Metanol diujikan pada kendaraan bermotor yang biasa digunakan di jalan raya untuk diketahui unjuk kerja/prestasi mesinnya dan efek gas buang yang dihasilkan. Apakah layak untuk digunakan sehari-hari (baik itu dipandang dari segi performa dan segi ekonomisnya) dan sejauh mana ramah terhadap lingkungan masih perlu penelitian lebih lanjut.

*Methanol* adalah senyawa alkohol dengan rantai yang paling sederhana, bersifat cair, memiliki kalori mendekati bahan bakar minyak, dan proses pembuatannya sudah bisa disintetiskan, sehingga masalah persediaan bukan perkara yang sulit. Di Amerika Serikat, metanol telah digunakan sebagai bahan bakar alternatif, yaitu berupa metanol murni (M100) sebagai bahan bakar mesin dan campuran 85% metanol dengan 15% bensin tanpa timbal (M85). Penggunaannya mulai ditinggalkan sejak tahun 1998. Ada dua alasan yang mendasari hal ini, pertama kendaraan harus dimodifikasi secara khusus untuk menggunakan bahan bakar ini, dan kedua metanol ternyata bersifat racun yang bisa mematikan.

Bertolak dari hal tersebut, maka kali ini akan dilakukan pengujian campuran metanol dengan premium pada kendaraan biasa yang didesain untuk

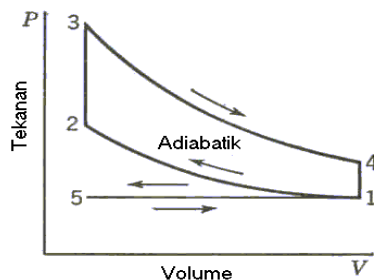
<sup>1) & 2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

bahan bakar premium. Pengujian ini akan membandingkan pemakaian bahan bakar. Premium dengan bahan bakar M20, M40, M60, dilihat dari prestasi mesin yang meliputi daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, tekanan efektif rata-rata dan AFR ( *Air Fuel Ratio* ).

## DASAR TEORI

### Motor Bensin

Siklus Otto pada mesin bensin disebut juga dengan siklus volume konstan, dimana pembakaran terjadi pada saat volume konstan. Pada mesin bensin dengan siklus Otto dikenal dua jenis mesin, yaitu mesin 4 langkah (*four stroke*) dan 2 langkah (*two stroke*).



Gambar 1. Siklus Otto

### Mesin 4 Langkah

Mesin 4 langkah mempunyai 4 gerakan piston yaitu :

#### 1. Langkah hisap (*suction stroke*)

Pada langkah ini bahan bakar yang telah bercampur dengan udara dihisap oleh mesin. Pada langkah ini katup hisap (*intake valve*) membuka sedang katup buang (*exhaust valve*) tertutup, sedangkan piston bergerak menuju TMB sehingga tekanan dalam silinder lebih rendah dari tekanan atmosfer. Dengan demikian maka campuran udara dan bahan bakar akan terhisap ke dalam silinder.

#### 2. Langkah Kompresi (*compression stroke*)

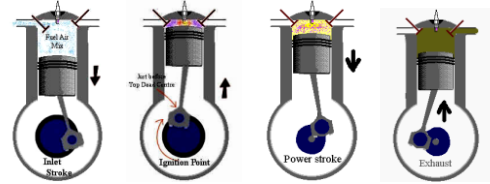
Pada langkah ini kedua katup baik *intake* maupun *exhaust* tertutup dan piston bergerak dari TMB ke TMA. Karena itulah maka campuran udara dan bahan bakar akan terkompresi, sehingga tekanan dan suhunya akan meningkat. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA terjadi proses penyalaan campuran udara dan bahan bakar yang telah terkompresi oleh busi (*spark plug*). Pada proses pembakaran ini terjadi perubahan energi dari energi kimia menjadi energi panas dan gerak.

#### 3. Langkah Ekspansi (*expansion stroke*)

Karena terjadi perubahan energi dari energi kimia menjadi energi gerak dan panas menimbulkan langkah ekspansi yang menyebabkan piston bergerak dari TMA ke TMB. Gerakan piston ini akan mengakibatkan berputarnya poros engkol sehingga menghasilkan tenaga. Pada saat langkah ini kedua katup dalam kondisi tertutup.

#### 4. Langkah Buang (*exhaust stroke*)

Pada langkah ini piston bergerak dari TMB ke TMA, sedangkan katup buang terbuka dan katup isap tertutup, sehingga gas sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui saluran buang (*exhaust manifold*) menuju udara luar.

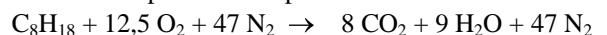


Gambar 2. Siklus motor bakar pada mesin 4 langkah

### Bahan bakar Premium

Premium atau sering kita sebut bensin merupakan salah satu hasil dari penyulingan (destilasi) dari minyak bumi. Bensin merupakan bahan bakar untuk motor bakar jenis SI (*Spark Ignition*), yaitu mesin yang proses penyalanya menggunakan percikan api dari busi. Premium yang dipasarkan adalah bensin yang ditambah dengan zat aditif. Zat aditif tersebut antara lain adalah TEL (Tetra Ethyl Lead /  $(C_2H_5)_4Pb$ ) atau TML (Tetra Methyl Lead /  $(CH_3)_4Pb$ ). Aditif ini berfungsi sebagai zat anti knocking karena dengan penambahan zat ini angka oktan meningkat, semula berkisar antara 75 sampai 78, menjadi 86 sampai 89. TEL larut dalam bensin dan mendidih pada temperatur  $200\text{ }^{\circ}C$ , serta mempunyai berat sekitar 1,7 kg/liter. Kandungan utama dari TEL adalah timbal yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.

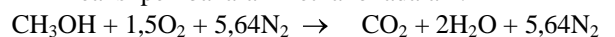
Reaksi pembakaran premium adalah :



### Methanol

Methanol atau Methyl Alcohol ( $CH_3OH$ ) mempunyai karakteristik sebagai bahan bakar dan terkenal di dunia balap mobil karena methanol dapat menghasilkan tenaga yang besar, angka oktan yang tinggi, efek pendinginan yang baik, dan sebagainya. Angka oktan yang tinggi membuat methanol dapat digunakan pada mesin-mesin dengan rasio kompresi sampai 15 : 1. Pada pengujian ini metanol belum bisa digunakan secara murni. Pada tahap berikutnya akan dilakukan modifikasi mesin agar komposisi campuran dapat ditingkatkan, bahkan dapat menggantikan bahan bakar premium.

Reaksi pembakaran methanol adalah :



### Campuran Premium-Methanol

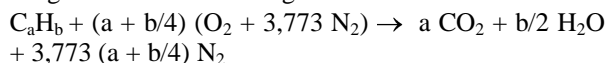
Penggunaan bensin-methanol dengan konsentrasi methanol lebih dari 15% akan dapat meningkatkan unjuk kerja secara umum pada kendaraan bermotor dan bahwa penggunaan campuran methanol pada bensin dapat meningkatkan sifat antiknocking pada bensin.

Efek lain dari penggunaan methanol sebagai campuran pada bensin adalah naiknya angka oktan.

Tabel 1. RON campuran bensin-metanol

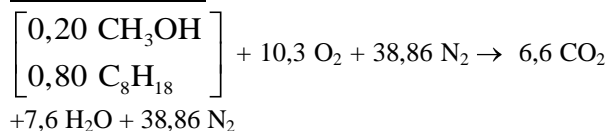
% CH <sub>3</sub> OH	Research Octane No.	Blending Octane No.
0	90.8	136.8
10	95.4	129.5
15	96.6	126.8
20	98.0	--
0 + 3 cc TEL	98.0	--
15 + 3 cc TEL	101.9	124

Reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara adalah sebagai berikut

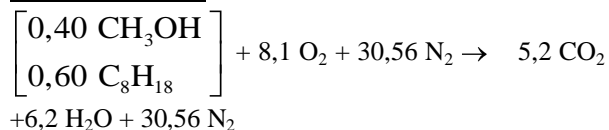


Reaksi pembakaran teoritis campuran premium-methanol dengan udara adalah sebagai berikut :

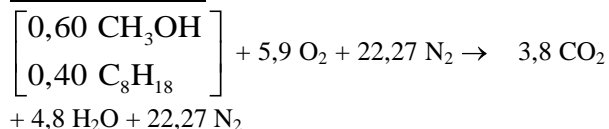
#### Bahan Bakar M20



#### Bahan Bakar M40



#### Bahan Bakar M60



#### Parameter Prestasi Mesin

Karakteristik unjuk kerja suatu motor bakar torak dinyatakan dalam beberapa parameter diantaranya adalah konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik, perbandingan bahan bakar dan udara, daya keluaran. Berikut ditampilkan rumus-rumus dari beberapa parameter yang digunakan dalam menentukan unjuk kerja motor bakar torak:

#### Laju Konsumsi Bahan Bakar

$$m_f = \frac{12,5}{t} x \rho_{bb} x 3,6 (kg / jam)$$

Dimana:

$t$  = konsumsi bahan bakar setiap 12,5 ml (dt)

$\rho_{bb}$  = massa jenis bahan bakar ( $gr/cm^3$ )

= 0,72 – 0,75  $g/cm^3$  untuk Premium

= 0,79  $g/cm^3$  untuk Metanol

= 0,742  $g/cm^3$  untuk M 20

= 0,754  $g/cm^3$  untuk M 40

= 0,766  $g/cm^3$  untuk M 60

#### Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

$$sfc = \frac{m_f}{P_b} (kg/kWh)$$

Dimana:

$m_f$  = massa bahan bakar (kg/jam)

$P_b$  = daya (kW)

#### Brake Horse Power

$$BHP = \frac{Torsi(ft / lbs) \times rpm}{5252}$$

Dimana :

BHP = daya keluaran mesin (hp)

T = torsi keluaran mesin (N.m)

rpm = putaran mesin / N

#### Efisiensi

$$\eta_{fb} = \frac{BHP_{(kW)} \times 3600}{m_f \cdot Q_{LHV}}$$

Dimana:

$Q_{LHV}$  = Nilai kalor rendah bahan bakar (kJ/kg)

= 43 031 kJ/kg untuk Premium

= 38 412 kJ/kg untuk M20

= 33 792 kJ/kg untuk M40

= 29 173 kJ/kg untuk M60

#### Langkah Pengujian

Menjalankan motor di atas alat dinamometer (*power run*) dengan metode mengubah bukaan skep/*throttle valve* pada karburator. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Menghidupkan mesin selama 5 smp 10 menit sebagai pemanasan untuk mencapai kondisi kerja yang diinginkan. Dalam kondisi ini mesin tidak terbebani sama sekali.
2. Mengaktifkan beban *ramp* pada dinamometer dan memasukkan transmisi pada posisi gigi 1, memulai membuka *throttle* gas sampai pada kecepatan maksimal dan kemudian dilepaskan.
3. Data operasi meliputi daya, putaran mesin, torsi/beban, AFR akan langsung terbaca pada *display* dinamometer secara *real time*.
4. Mencetak hasil pengujian.
5. Melakukan pengukuran konsumsi bahan bakar. Dengan cara;
  - mengisi bahan bakar sampai penuh pada selang,
  - mengatur bukaan gas pada rpm tertentu,
  - menyalakan *stopwacth* bersamaan dengan memutuskan aliran bahan bakar ke selang,
  - mencatat waktu yang diperlukan agar bahan bakar di dalam selang menurun dan AFR pada rpm tersebut.
6. Mematikan mesin setelah *steady* sekitar 1 menit.

Prosedur yang sama seperti di atas dilakukan untuk pengujian masing – masing campuran bahan bakar yang digunakan. Untuk pengujian dilakukan *power run* sebanyak tiga kali. Setiap akan mengawali

prosedur pengujian kembali, dilakukan pemeriksaan dan pengecekan ulang pada setiap bagian alat uji dan alat ukur.

Tabel 2. Data *snapshot* hasil pengujian Premium

Graph File : Premium Only Description: KTM Power X 100cc  
18/01/2006 Gear Ratio = 294.1:1 A:1.029

Speed Gear	N	Power	Tractive	Temp	Air/Fuel	Lambda	VacBoost
KPH	RPM	HP	Lb	°C	Petrol	Petrol	(Atmos)
12	3529	2.5	127	31.7	14.7	1.21	-0.1 kPa
14	4118	3.0	129	31.7	14.6	1.00	-0.2 kPa
16	4706	3.5	134	31.7	13.6	0.93	-0.3 kPa
18	5294	4.1	137	31.7	11.8	0.81	-0.3 kPa
20	5882	4.6	138*	31.7	11.5	0.79	-0.3 kPa
22	6471	4.9	135	31.7	11.5	0.79	-0.3 kPa
24	7059	5.2*	131	31.7	11.7	0.80	-0.3 kPa
26	7647	5.2	121	31.7	11.6	0.80	-0.3 kPa
28	8235	5.0	108	31.7	11.4	0.78	-0.3 kPa
30	8824	4.8	96	31.8	11.8	0.81	-0.3 kPa

Ramp-Hold  
Ramp-Up: Rate=20

Tabel 3. Data *snapshot* hasil pengujian Premium + 20% Metanol

Graph File : M 20 Description: KTM Power X 100cc  
18/01/2006 Gear Ratio = 294.1:1 A:1.029

Speed Gear	N	Power	Tractive	Temp	Air/Fuel	Lambda	VacBoost
KPH	RPM	HP	Lb	°C	Petrol	Petrol	(Atmos)
12	3529	2.5	127	31.8	18.3	1.26	0.0 kPa
14	4118	3.1	132	31.8	18.1	1.24	0.0 kPa
16	4706	3.6	136	31.8	16.5	1.13	-0.1 kPa
18	5294	4.1	139	31.7	14.4	0.99	-0.1 kPa
20	5882	4.7	141*	31.7	14.1	0.97	-0.1 kPa
22	6471	5.1	139	31.7	13.7	0.94	-0.0 kPa
24	7059	5.3*	134	31.7	13.5	0.93	-0.1 kPa
26	7647	5.3	124	31.7	13.2	0.91	-0.3 kPa
28	8235	5.1	110	31.9	13.0	0.90	0.0 kPa
30	8824	4.8	97	31.7	13.1	0.90	-0.2 kPa

Ramp-Hold  
Ramp-Up: Rate=20

Tabel 4. Data *snapshot* hasil pengujian Premium + 40% Metanol

Graph File : M 40 Description: KTM Power X 100cc  
18/01/2006 Gear Ratio = 294.1:1 A:1.029

Speed Gear	N	Power	Tractive	Temp	Air/Fuel	Lambda	VacBoost
KPH	RPM	HP	Lb	°C	Petrol	Petrol	(Atmos)
12	3529	2.4	119	32.0	23.1	1.59	0.0 kPa
14	4118	3.0	130	32.0	22.1	1.52	0.0 kPa
16	4706	3.7	138	32.0	19.8	1.36	0.0 kPa
18	5294	4.3	143	31.9	17.6	1.21	-0.1 kPa
20	5882	4.8	144*	31.9	17.2	1.18	0.0 kPa
22	6471	5.2	143	32.0	16.4	1.13	-0.1 kPa
24	7059	5.5*	137	32.0	15.6	1.07	-0.1 kPa
26	7647	5.5	128	32.0	15.0	1.03	-0.2 kPa
28	8235	5.3	115	32.0	15.0	1.03	0.0 kPa
30	8824	4.8	97	31.9	14.9	1.02	0.0 kPa

Ramp-Hold  
Ramp-Up: Rate=20

Tabel 5. Data *snapshot* hasil pengujian Premium + 60% Metanol

Graph File : M 60 Description: KTM Power X 100cc  
18/01/2006 Gear Ratio = 294.1:1 A:1.029

Speed Gear	N	Power	Tractive	Temp	Air/Fuel	Lambda	VacBoost
KPH	RPM	HP	Lb	°C	Petrol	Petrol	(Atmos)
12	3529	2.3	115	32.1	28.9	1.98	0.0 kPa
14	4118	3.1	132	32.1	24.9	1.71	0.0 kPa
16	4706	3.7	141	32.1	22.1	1.52	0.0 kPa
18	5294	4.3	143*	32.2	20.1	1.38	-0.1 kPa
20	5882	4.6	140	32.2	19.9	1.37	-0.1 kPa
22	6471	5.0*	136	32.1	19.2	1.32	0.0 kPa
24	7059	5.0	127	32.1	18.3	1.26	0.0 kPa
26	7647	5.0	116	32.1	17.9	1.23	0.0 kPa
28	8235	4.8	103	32.0	17.2	1.18	0.0 kPa
30	8824	4.3	88	32.2	16.4	1.13	0.0 kPa

Ramp-Hold  
Ramp-Up: Rate=20

Tabel 6. Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar Premium

No	N (rpm)	Waktu konsumsi bb (detik/12.5cc)	AFR	Mf (kg/jam)	Sfc (kg/kWh)	Efisiensi %
1	3000	95.17	14.7	0.345	0.185	45.20
2	4000	65.67	14.6	0.500	0.224	37.43
3	5000	64.79	12.7	0.507	0.166	50.47
4	6000	64.08	11.5	0.513	0.146	57.22
5	7000	58.88	11.7	0.558	0.144	58.16
6	8000	57.08	11.5	0.575	0.154	54.23

Tabel 7. Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar Premium + 20% Metanol

No	N (rpm)	Waktu konsumsi bb (detik/12.5cc)	AFR	Mf (kg/jam)	Sfc (kg/kWh)	Efisiensi %
1	3000	85.88	18.2	0.389	0.208	44.95
2	4000	80.67	17.3	0.414	0.179	52.36
3	5000	60.54	15.5	0.552	0.180	51.98
4	6000	56.63	13.9	0.590	0.161	58.10
5	7000	54.67	13.5	0.611	0.154	60.67
6	8000	48.46	13.1	0.689	0.181	51.75

Tabel 8. Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar Premium + 40% Metanol

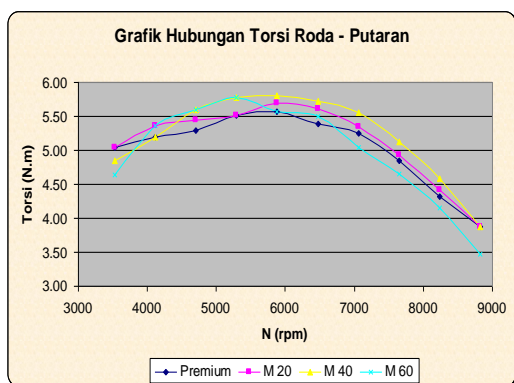
No	N (rpm)	Waktu konsumsi bb (detik/12.5cc)	AFR	Mf (kg/jam)	Sfc (kg/kWh)	Efisiensi %
1	3000	77.88	23.1	0.436	0.243	43.78
2	4000	75.54	22.6	0.449	0.201	53.08
3	5000	58.42	18.7	0.581	0.181	58.84
4	6000	49.00	16.8	0.692	0.186	57.39
5	7000	47.33	15.6	0.717	0.175	60.98
6	8000	47.25	15.0	0.718	0.182	58.66

Tabel 9. Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar Premium + 60% Metanol

No	N (rpm)	Waktu konsumsi bb (detik 12.5cc)	AFR	Mf (kg/jam)	Sfc (kg/kWh)	Efisiensi %
1	3000	66.63	28.9	0.517	0.302	40.92
2	4000	58.00	26.9	0.594	0.257	48.02
3	5000	56.08	24.9	0.615	0.206	59.91
4	6000	46.46	21.1	0.742	0.207	59.56
5	7000	46.04	18.3	0.749	0.201	61.48
6	8000	42.58	17.6	0.809	0.226	54.59

## PEMBAHASAN

### Analisa Torsi Roda



Gambar 3. Grafik Hubungan Torsi roda dengan Putaran Mesin

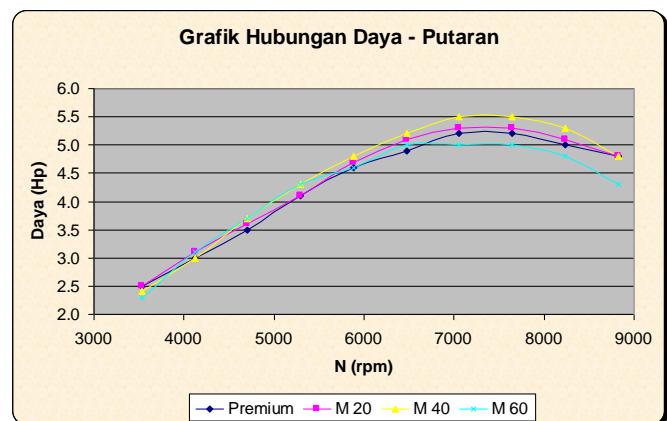
Pada Gambar 3 terlihat hubungan antara torsi roda dengan putaran mesin membentuk kurva parabolik. Pada putaran rendah torsi yang dihasilkan kecil dan akan terus meningkat dan mencapai maksimum pada putaran 5000 rpm – 6000 rpm, dan kemudian terus menurun pada putaran yang lebih tinggi. Penurunan torsi pada putaran tinggi ini terjadi karena pengaruh volume campuran udara bahan bakar yang cenderung berkurang dengan naiknya putaran. Volume campuran udara bahan bakar di sini berkaitan dengan derajat pengisian silinder yang tidak sempurna pada putaran tinggi. Katup hisap dan buang cenderung mengalami *floating* yaitu tidak dapat menutup secara sempurna yang diakibatkan waktu yang sangat singkat. Selain disebabkan adanya penurunan volume bahan bakar, penurunan torsi ini juga diakibatkan oleh kenaikan torsi gesek ( torsi untuk mengatasi hambatan gesek di dalam mesin) yang bertambah besar seiring meningkatnya kecepatan piston bergerak naik – turun.

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui untuk bahan bakar premium torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 5,570 N.m pada putaran 5882 rpm, untuk bahan bakar M 20 torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 5,691 N.m pada putaran yang sama, untuk bahan bakar M 40 torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 5,812 N.m juga pada putaran yang sama, dan untuk bahan bakar M 60 didapatkan torsi maksimum sebesar 5,785 N.m pada putaran yang lebih rendah yaitu 5294 rpm. Secara keseluruhan terjadi kenaikan torsi maksimum dengan adanya pencampuran bahan

bakar premium dengan metanol. Kenaikan torsi maksimum tertinggi terjadi pada komposisi M 40 yaitu sebesar 4,34 %, kemudian M 60 sebesar 3,86 %, dan terakhir M 20 dengan kenaikan sebesar 2,17 %. Berdasarkan data ini komposisi ideal untuk pencampuran bahan bakar adalah 60 % premium dan 40% metanol.

### Analisa Brake Horse Power

Melihat pada Gambar 4 kurva daya – putaran meningkat dengan kecenderungan linear, tetapi pada putaran di atas 7000 rpm akan menurun secara perlahan. Penurunan ini dikarenakan daya yang dihasilkan mesin untuk mengatasi beban akan semakin berkurang pada putaran yang semakin tinggi.



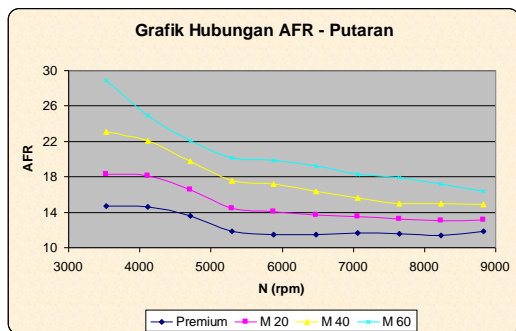
Gambar 4.. Grafik Hubungan Daya dengan Putaran Mesin

Pada grafik daya – putaran di atas dapat dilihat pada putaran rendah dan sedang (3500 rpm – 6000 rpm) perbedaan *BHP* yang dihasilkan mesin tidak terlalu signifikan. Tetapi seiring meningkatnya putaran mesin perbedaan *BHP* yang dihasilkan mesin semakin jelas. Untuk premium *maximum BHP* yang dihasilkan sebesar 5,2 Hp pada putaran 7353 rpm, untuk komposisi M 20 *maximum BHP* yang dihasilkan sebesar 5,3 Hp pada putaran yang sama, untuk komposisi M 40 *maximum BHP* yang dihasilkan sebesar 5,5 Hp juga pada putaran yang sama, dan untuk komposisi M 60 *maximum BHP* yang dihasilkan sebesar 5 Hp pada putaran yang lebih rendah yaitu 7059 rpm.

Peningkatan *maximum BHP* terjadi pada komposisi bahan bakar M 20 dan M 40, masing – masing sebesar 1,92 % dan 5,77 %. Sedangkan pada komposisi bahan bakar M 60 terjadi penurunan sebesar 3,85 %. Pada pengujian penurunan *maximum BHP* ini sudah diprediksikan lebih awal, sebab dengan komposisi M 60 mesin menjadi seperti tersendat-sendat pada putaran tinggi. Dan terbukti dari pengukuran serta terlihat pada grafik komposisi M 60 mengalami penurunan *BHP* pada putaran tinggi (di atas 7000 rpm). Berdasarkan data ini komposisi ideal untuk

pengcampuran bahan bakar adalah 60 % premium dan 40% metanol.

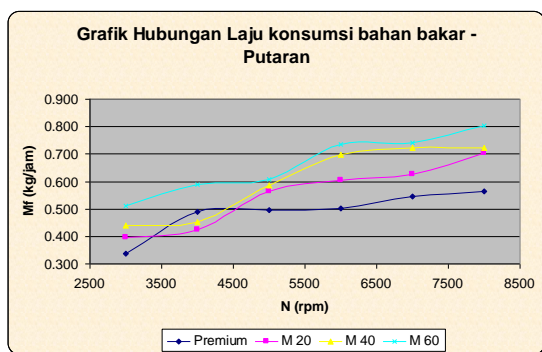
### Analisa Air to Fuel Ratio dan Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 5. Grafik Hubungan Air Fuel Ratio dengan Putaran Mesin

Melihat secara langsung pada gambar 3. *AFR* tertinggi terjadi pada komposisi bahan bakar M 60, yaitu mencapai angka 28,9 pada putaran 3500 rpm. Padahal untuk premium adalah 14,7 pada putaran yang sama. Secara langsung kita dapat mengatakan bahwa dengan komposisi M 60 bahan bakar yang dikonsumsi mesin menjadi semakin irit sebab campuran udara dan bahan bakarnya menjadi "miskin". Tetapi bila kita melakukan pengukuran konsumsi bahan bakar, kita tidak dapat menyimpulkan demikian.

Pada Gambar 5 kita dapat melihat bahwa komposisi M 60 yang mengkonsumsi bahan bakar paling banyak daripada premium dan komposisi M 20 serta M 40. Hal ini berhubungan dengan nilai kalor dari masing – masing komposisi bahan bakar. Komposisi M 60 dengan nilai kalor bahan bakar sebesar 29173 kJ/kg akan mengkonsumsi bahan bakar lebih banyak dari premium dengan nilai kalor bahan bakar sebesar 43031 kJ/kg, dengan jam operasi yang sama. Demikian pula untuk komposisi M 20 dan M 40 dengan nilai kalor bahan bakar masing – masing sebesar 38412 kJ/kg dan 33792 kJ/kg. Hal ini dibuktikan dengan melihat gambar 4.4.

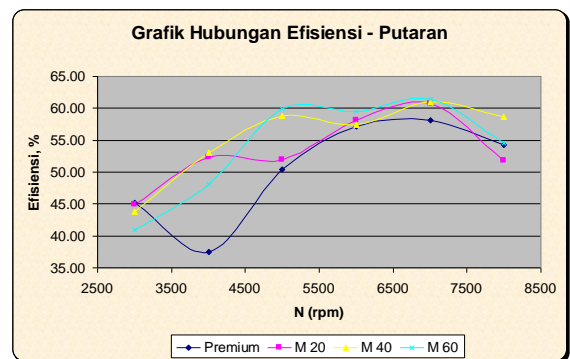


Gambar 6. Grafik Hubungan Laju konsumsi bahan bakar dengan Putaran Mesin

Bagaimana dengan nilai *AFR* komposisi bahan bakar M 20, M40, dan M 60 yang lebih tinggi dari Premium? *AFR* adalah perbandingan udara dengan bahan bakar untuk mendapatkan pembakaran yang stoikiometris. Premium memiliki nilai *AFR* 14,6 agar pembakaran berlangsung sempurna. Sedangkan untuk metanol nilai *AFR* agar pembakaran berlangsung stoikiometri adalah 6,45. Sehingga apabila *AFR* yang terukur besar, maka pembakaran berlangsung dengan kelebihan udara dan hal ini yang menyebabkan konsumsi bahan bakarnya menjadi lebih boros. Selain itu metanol memiliki persentase kandungan oksigen yang tinggi sehingga dimungkinkan yang terbaca oleh sensor *AFR* adalah kandungan oksigen tersebut.

Secara analisis untuk konsumsi bahan bakar, Premium masih lebih baik (irit) daripada komposisi M 20, M 40, dan M 60. Maka berdasarkan data yang diperoleh, premium dipilih sebagai bahan bakar terbaik.

### Analisa Efisiensi



Gambar 7. Grafik Hubungan Efisiensi dengan Putaran Mesin

Efisiensi yang dimaksud pada gambar 7 adalah efisiensi penggunaan bahan bakar terhadap daya mesin pada putaran tertentu. Dapat dilihat kurva M 60 memiliki efisiensi yang paling tinggi, yang berarti dengan nilai kalor bahan bakar hanya 29173 kJ/kg mampu menghasilkan *maximum BHP* sebesar 5 Hp dengan efisiensi mencapai 61,48 %. Hal ini lebih efisien daripada bahan bakar Premium dengan nilai kalor 43031 kJ/kg menghasilkan *maximum BHP* 5.2 Hp dengan efisiensi sebesar 58,16 %. Sedangkan untuk komposisi M 20 dan M 40 masing – masing sebesar 60,67% dan 60,98 %.

Secara umum efisiensi komposisi M 40 dan M 60 lebih baik daripada komposisi M 20 dan bahan bakar Premium. Apalagi mengingat metanol termasuk bahan bakar yang bisa diperbaharui (*renewable*) maka komposisi M 40 atau M 60 layak untuk digunakan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa yang dilakukan berdasarkan pengujian pengaruh penambahan metanol pada bahan bakar premium t:

1. Komposisi bahan bakar M 20 dapat meningkatkan torsi roda sebesar 2,17 % dan *max BHP* sebesar 1,92 %. Komposisi bahan bakar M 40 dapat meningkatkan torsi roda sebesar 4,34 % dan *max BHP* sebesar 5,77 %. Komposisi bahan bakar M 60 dapat meningkatkan torsi roda sebesar 3,86 % dan menurunkan *max BHP* sebanyak 3,85 %.
2. *Air Fuel Ratio* (AFR) pada kondisi mesin yang diberikan campuran premium dan metanol menjadi lebih tinggi. Tetapi hal ini tidak serta merta menunjukkan gejala yang baik, sebab AFR berhubungan dengan stoikiometri pembakaran. AFR yang baik seharusnya mendekati nilai stoikiometrinya.
3. Penggunaan metanol sebagai campuran bahan bakar ternyata meningkatkan konsumsi bahan bakar. Hal ini disebabkan nilai kalor dari metanol yang hanya sebesar 19 933,82 kJ/kg.
4. Penggunaan metanol sebagai campuran bahan bakar pada komposisi tertentu dapat meningkatkan efisiensi mesin. Sebab walaupun memiliki nilai kalor yang rendah dan konsumsi bahan bakar yang tinggi, tetapi sebanding dengan daya yang dapat dihasilkan.
5. Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, komposisi campuran yang terbaik adalah M 40.

### Saran

1. Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut mengenai sifat – sifat metanol apabila nantinya benar – benar akan digunakan sebagai bahan bakar. Sebab seperti yang kita ketahui bahwa turunan alkohol memiliki sifat korosif terhadap beberapa jenis logam dan plastik.
2. Pengujian dilakukan secara langsung pada mesin yang didesain untuk bahan bakar premium tanpa adanya modifikasi dan penyetelan sama sekali. Untuk kedepan, lebih baik bila mesin dilakukan penyesuaian dan penyetelan agar hasil yang diperoleh dapat lebih maksimal untuk metanol.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Arends, BPM & Berenschot, *Motor Bensin*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1980.
2. Arismunandar, Wiranto, "*Penggerak Mula Motor Bakar Torak*", Edisi Keempat, ITB Bandung, 1988.
3. Heywood, John B., "*Internal Combustion Engine Fundamentals*", McGraw Hill Book Company, Singapore, 1988.
4. Khovakh, M, *Motor Vehicle Engines*, MIR Publisher Moscow, 1979.
5. Maleev, V.L., *Internal Combustion Engines*, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1973.
6. Mathur M.L., Sharma R.P., "*A Course In Internal Combustion Engines*", Published by J.C Kapur, for Dhanpat Rai & Sons, Nai Sarak, Delhi, 1980.
7. McKetta, John J., *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Volume 2, Marcel Dekker Inc., New York.
8. Pulkrabek, Willard W, "*Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*", Prentice-Hall International Inc, New Jersey, 1997