

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

4.1.1 Data Hasil Pengujian

Pengambilan data perbandingan konsumsi bahan bakar CNG dan etanol dilakukan dengan menggunakan variasi pembebanan dan waktu yaitu siang dan malam hari. Pengujian dilakukan pada kondisi jalan yang sama dan dengan driver yang sama sehingga berat driver cenderung konstan. Variasi yang digunakan adalah variasi pembebanan yaitu 0 kg, 5 kg, 10 kg dan 15 kg. sedangkan berat total kendaraan adalah 195 yang meliputi berat driver 52 kg dan berat kendaraan saja 143 kg. Kendaraan mengelilingi lintasan sebanyak 4 lap dengan total jarak yang ditempuh sejauh 1.532 km dengan jumlah berhenti satu kali tiap dua lap. Berikut data yang diperoleh pada saat pengujian konsumsi bahan bakar CNG dan Etanol menggunakan *urban concept car* 4 langkah.

Tabel 4.1 Data pengujian konsumsi bahan bakar etanol

Pengujian etanol	No Uji	Pembebanan							
		0 kg		5 kg		10 kg		15 kg	
		Siang	Ml m	siang	mlm	Siang	Mlm	Siang	Mlm
Volume tangki awal (ml)	1	200	200	200	200	200	200	200	200
	2	200	200	200	200	200	200	200	200
	3	200	200	200	200	200	200	200	200
Temperatur BB awal (°C)	1	31.3	26.1	31.4	25.8	31.3	26.3	31.2	26.8
	2	31.4	26.6	31.2	26.3	31.4	26.2	31.4	26.1
	3	31.3	25.8	31.2	25.7	31.4	25.4	31.3	25.1
Penambahn bahan bakar (ml)	1	82.1	86.3	90.2	94.9	97.5	102.6	105.5	109.7
	2	81.9	87.2	89.9	94.1	97.6	101.9	106	110.2
	3	82	85.9	90.1	95.3	97.5	103.2	105.9	109.1
Temperatur penambah °C	1	31.2	26.1	31.5	26.5	31.5	26.3	31.4	26.5
	2	31.4	26.2	31.5	26.5	31.6	26.3	31.5	26.5

	3	31.4	26.2	31.4	26.6	31.5	26.2	31.4	26.6
Volume akhir (ml)	1	200	200	200	200	200	200	200	200
	2	200	200	200	200	200	200	200	200
	3	200	200	200	200	200	200	200	200
Temperatur campuran (°C)	1	31.5	25.8	31.4	25.2	31.4	25.5	31.4	25.7
	2	31.5	26.3	31.4	26.3	31.6	26.2	31.5	26.1
	3	31.5	25.9	31.5	25.9	31.4	25.8	31.4	25.8
Jarak tempuh (km)		1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52

Tabel 4.2 Data pengujian konsumsi bahan bakar CNG

Pengujian etanol	No Uji	Pembebanan							
		0 kg		5 kg		10 kg		15 kg	
		Siang	Mlm	Siang	Mlm	Siang	Mlm	Siang	Mlm
Berat awal tabung	1	5.09	5.082	5.079	5.07	5.065	5.055	5.046	5.036
	2	5.07	5.078	5.058	5.066	5.043	5.051	5.024	5.031
CNG (kg)	3	5.068	5.066	5.056	5.055	5.04	5.04	5.022	5.022
Berat akhir CNG (kg)	1	5.079	5.07	5.065	5.055	5.046	5.036	5.024	5.013
	2	5.06	5.066	5.043	5.051	5.024	5.031	5.002	5.009
	3	5.068	5.055	5.042	5.04	5.022	5.022	5.001	5
Jarak tempuh (km)		1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52

4.2 Pengolahan Data

Dari data yang diperoleh saat pengujian kemudian dilakukan pengolahan data. Pertama dari nilai pengujian etanol dan CNG terdapat perbedaan konsumsi rata-rata yaitu CNG lebih irit dibanding dengan etanol. Kemudian dari pengujian siang dan malam didapat hasil yang berbeda yaitu konsumsi bahan bakar yang lebih irit pada siang hari yaitu pada saat suhu lingkungan dan bahan bakar lebih tinggi.

Dari data tersebut kemudian dikalikan dengan faktor ekspansi bahan bakar etanol berdasarkan data propertis berikut:

	Density	temp.	thermal exp.	Calorific Value
etanol	0.7893 g/ml	15 C	0.00094 /C	21.2 MJ/kg

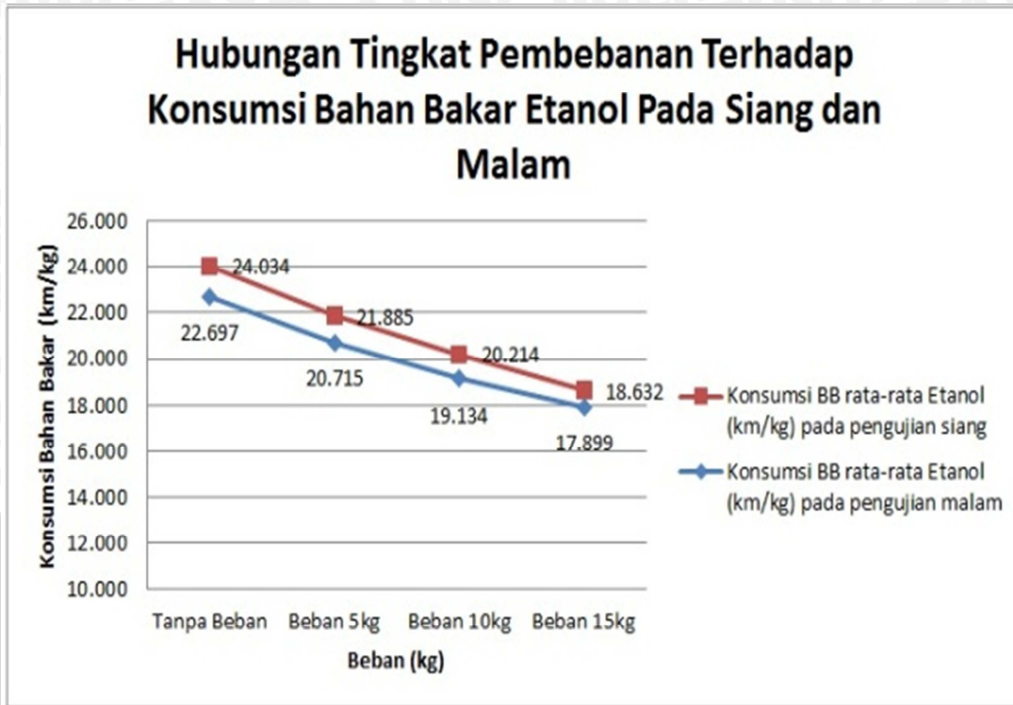
Setelah itu didapatkan data volume bahan bakar penambah yang sudah dikalikan dengan faktor ekspansi, kemudian data inilah yang digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar etanol dalam satuan km/liter. Kemudian dijadikan ke dalam satuan km/kg agar lebih mudah membandingkannya terhadap CNG dengan cara membagi hasil *fuel consumption* dengan densitas etanol yaitu 0.7893 g/ml. Sedangkan untuk bahan bakar gas, caranya yaitu dengan menimbang berat tabung gas CNG sebelum dan sesudah pengujian.

Data yang ada sesuai dengan hipotesa walaupun hasil tiap uji coba tidak stabil. Pada tiap bahan bakar dengan tingkat pembebanan yang berbeda dilakukan uji coba sebanyak 3 kali untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan pasti. Uji coba tersebut dilakukan pada 3 hari yang berbeda namun pada waktu yang sama yaitu pada malam hari pada pukul 01.00 WIB dan siang hari ada pukul 13.00 WIB.

4.3 Grafik dan Pembahasan

Dari hasil pengujian dan perhitungan dari setiap variasi pengambilan data, didapat parameter-parameter yang berhubungan. Selanjutnya data hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dalam mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar antara CNG dengan etanol. Berikut adalah grafik dan pembahasan dari hasil data yang diperoleh.

4.3.1 Pembahasan Grafik Hubungan Tingkat Pembebanan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Etanol Pada Siang dan Malam



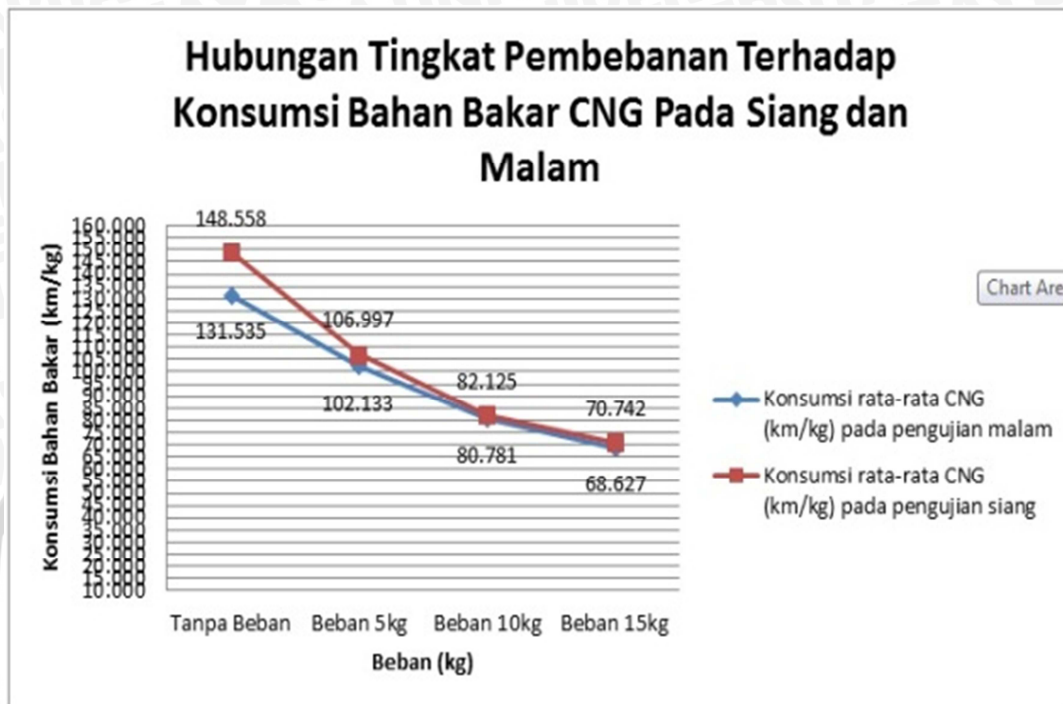
Gambar 4.1 Hubungan tingkat pembebanan terhadap konsumsi bahan bakar etanol pada siang dan malam

Grafik diatas menerangkan hubungan tingkat pembebanan terhadap konsumsi bahan bakar etanol pada siang dan malam hari. Dari grafik dapat dilihat bahwa hasil pengujian konsumsi bahan bakar etanol pada siang hari lebih hemat dibanding dengan malam hari.

Selisih antara konsumsi siang dan malam hari pada etanol cukup besar dibanding dengan CNG pada siang dan malam hari. Hal ini karena tempat atau tabung bahan bakar yang mudah berubah suhunya akibat suhu lingkungan. Tabung tersebut akan lebih mudah menyesuaikan dengan suhu yang ada di lingkungan. Akibatnya suhu etanol yang berada didalam tabung bahan bakar pun ikut berubah. Selain itu faktor kelembaban udara juga mempengaruhi konsumsi bahan bakar.

Hasil jarak tempuh per kg dari etanol dari tanpa pembebanan hingga pembebanan paling besar saat siang hari adalah 24,034 km/kg, 21,885 km/kg, 20,214 km/kg dan 18,632 km/kg. Lalu hasil jarak tempuh per kg dari etanol dari tanpa pembebanan hingga pembebanan paling besar saat malam hari adalah 22,697 km/kg, 20,715 km/kg, 19,134 km/kg dan 17,899 km/kg.

4.3.2 Pembahasan Grafik Hubungan Tingkat Pembebanan terhadap Konsumsi Bahan Bakar CNG Pada Siang dan Malam

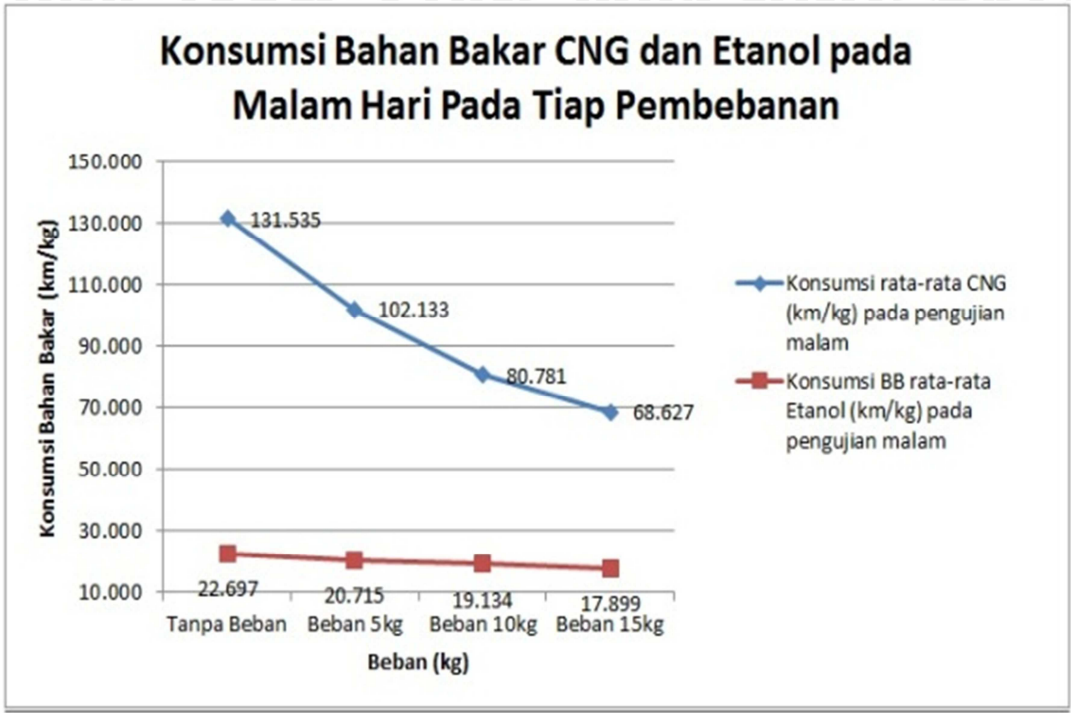


Gambar 4.2 Hubungan tingkat pembebanan terhadap konsumsi bahan bakar CNG pada siang dan malam

Grafik diatas menerangkan hubungan tingkat pembebanan terhadap konsumsi bahan bakar CNG pada siang dan malam. Dari grafik dapat dilihat bahwa hasil pengujian konsumsi bahan bakar CNG pada siang hari lebih hemat dibanding dengan malam hari. Namun selisih dari konsumsi CNG siang dan malam tidak berbeda jauh jika dibandingkan dengan etanol pada siang dan malam. Hal ini karena wadah dari CNG sehingga suhu tidak terlalu berpengaruh pada konsumsi CNG yang berada didalam tabung gas yang tebal. Jadi hasil antara pengujian siang dan malam pada CNG tidak berbeda jauh, berbeda dengan etanol yang hanya ditempatkan pada tabung kaca biasa. Dari grafik dapat dilihat jika konsumsi CNG paling hemat yaitu di angka 148,558 km/kg pada siang hari dan di angka 131,535 km/kg pada malam hari yang berada pada kondisi tanpa pembebanan.

Semakin meningkat pembebanan maka garis pada grafik akan semakin bersinggungan karena adanya faktor tahanan gelinding oleh ban terhadap paving yang meningkat saat beban ditambah.

4.3.3 Pembahasan Grafik Konsumsi Bahan Bakar CNG dan Etanol Pada Malam Hari Pada Tiap Pembebanan



Gambar 4.3 Konsumsi bahan bakar CNG dan etanol pada malam hari pada tiap pembebanan

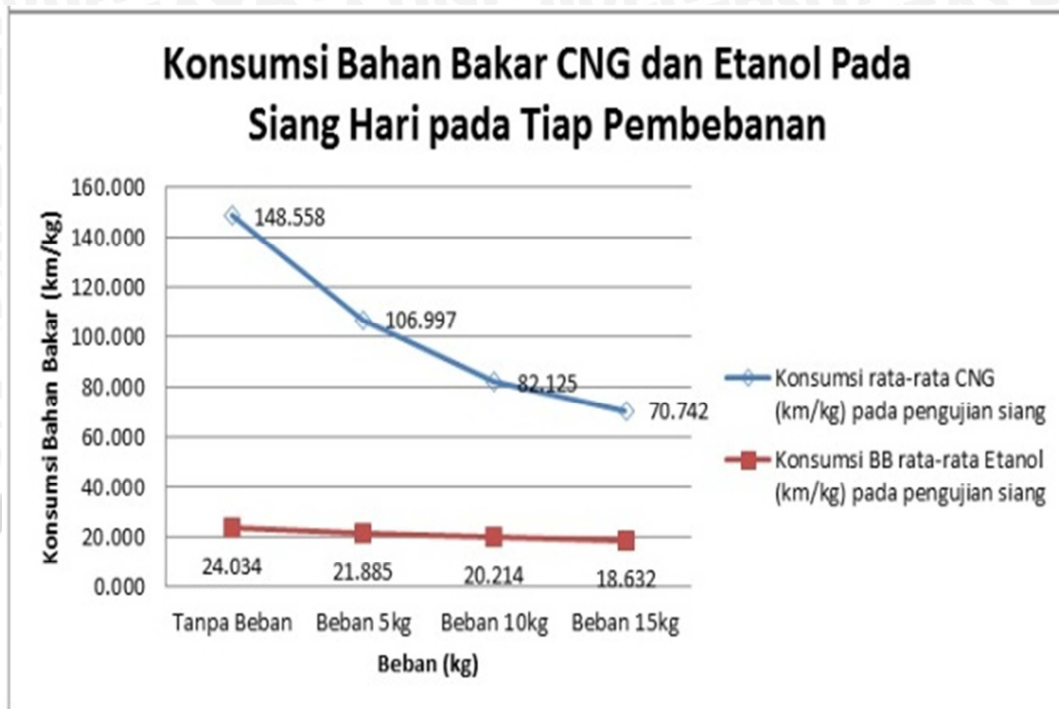
Grafik diatas menerangkan konsumsi anatar CNG dengan etanol pada malam hari pada tiap pembebanan. Dari grafik dapat dilihat bahwan CNG lebih hemat dibanding dengan etanol.

Hasil CNG per kg pada tiap pembebanan di awali dari tanpa pembebanan dan pembebanan 5 kg, 10 kg serta 15 kg berturut-turut pada malam hari adalah 131,535 km/kg, 102,133 km/kg, 80,781 km/kg dan 68,627 km/kg.

Kemudian untuk etanol per kg pada tiap pembebanan di awali dari tanpa pembebanan dan pembebanan 5 kg, 10 kg serta 15 kg berturut-turut pada malam hari adalah 22,697 km/kg, 20,715 km/kg, 19,134 km/kg dan 17,889 km/kg.

Untuk pengujian malam hari pada tiap pembebanan di masing-masing bahan bakar, mengalami sedikit kenaikan konsumsi dibanding siang hari. Hal ini karena suhu lingkungan yang rendah menyebabkan mesin tidak dalam kondisi terbaik saat beroperasi. Hal lain yang juga berpengaruh adalah kelembaban udara. Semakin lembab udara maka kandungan air di udara semakin banyak dan hal ini menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar.

4.3.4 Pembahasan Grafik Konsumsi Bahan Bakar CNG dan Etanol Pada Siang Hari Pada Tiap Pembebanan



Gambar 4.4 Konsumsi bahan bakar CNG dan etanol pada siang hari pada tiap pembebanan

Grafik diatas menerangkan perbandingan konsumsi antara CNG dengan etanol pada pengujian yang dilakukan di siang hari. Grafik yang berwarna merah menunjukkan bahanbakar etanol sedangkan grafik warna biru menunjukkan bahan bakar CNG.

Satuan yang dipakai peneliti adalah km/kg yaitu panjang lintasan yang dapat ditempuh per satuan massa bahan bakar. Satuan ini dipakai karena agar lebih mudah dalam membandingkan antara etanol dan CNG. Karena CNG paa waktu pengujian berada dalam fase gas dan tidak dapat dicairkan. Untuk itu, hasil dari etanol yang awalnya dalam satuan km/l diubah terlebih dahulu ke dalam satuan km/kg. Adapun *density* dari etanol yang dipakai adalah 0,7893 kg/l.

Dari grafik dapat dilihat bahwa hasil pengujian konsumsi CNG jauh lebih hemat jika dibandingkan dengan etanol. Hal ini karena perubahan suhu bahan bakar yang disebabkan *temperature ambient* lebih berpengaruh pada bahan bakar etanol dibanding dengan bahan bakar CNG. Dapat dibandingkan antara selisih konsumsi CNG dengan etanol pada siang dan malam hari yang ada pada grafik selanjutnya. Selisih konsumsi pada malam hari pada saat tanpa pembebanan yaitu 108,838 km/kg, lebih kecil jika dibanding selisih keduanya

pada siang hari yaitu 124,524 km /kg. Hal ini karena perubahan suhu tidak terlalu berpengaruh pada CNG, namun pada etanol sangat berpengaruh.

Konsumsi antara CNG dengan etanol memiliki selisih yang cukup jauh. Hal ini dikarenakan CNG mempunyai fase gas sedangkan etanol memiliki fase cair yang perlu lagi untuk diubah ke fase uap atau gas sebelum dibakar di ruang bakar. Hal inilah yang berpengaruh pada proses pembakaran yang kemudian mempengaruhi konsumsi dari bahan bakar. dimungkinkan juga pembakaran CNG lebih baik dari etanol.

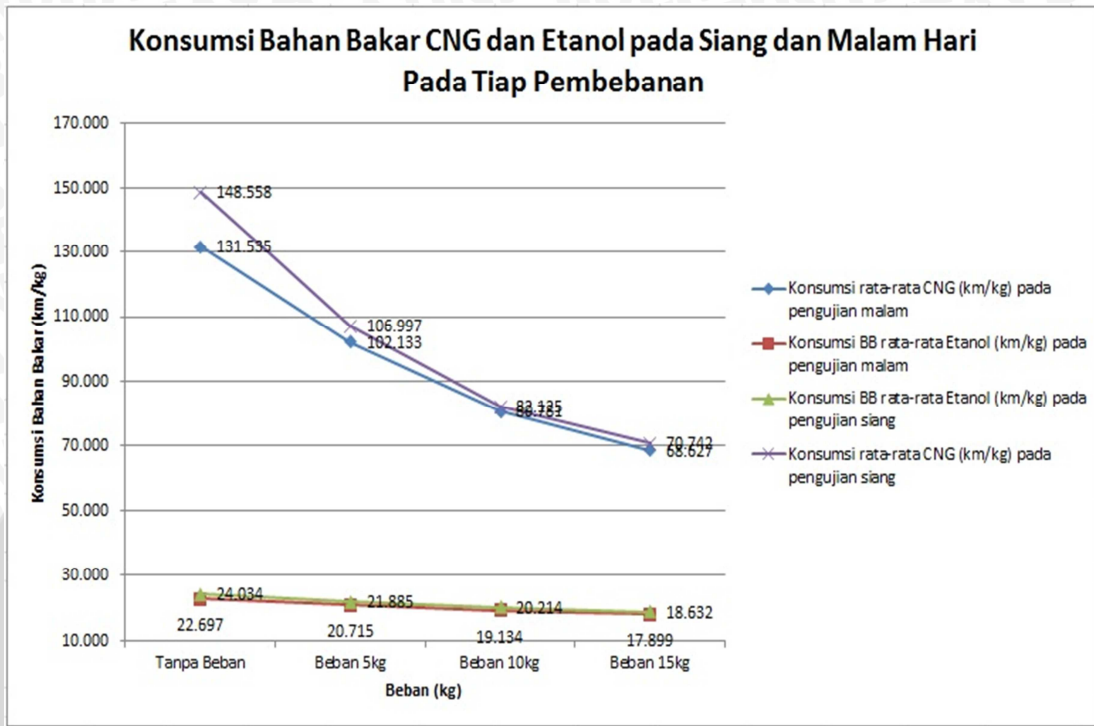
Konsumsi bahan bakar dipengaruhi juga oleh beban yang ditanggung oleh kendaraan. Semakin berat kendaraan maka akan semakin boros pula konsumsi dari bahan bakar yang diperlukan kendaraan. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin meningkat beban kendaraan maka semakin meningkat pula konsumsi bahan bakar. hal ini dikarenakan ada penambahan gaya hambat yang berupa tahanan gelinding yang disebabkan gesekan antara ban dengan lintasan karena beban kendaraan (*rolling resistance*).

Hasil CNG per kg pada tiap pembebanan di awali dari tanpa pembebanan dan pembebanan 5 kg, 10 kg serta 15 kg berturut-turut pada siang hari adalah 148,558 km/kg, 106,997 km/kg, 82,125 km/kg dan 70,742 km/kg.

Kemudian untuk etanol per kg pada tiap pembebanan di awali dari tanpa pembebanan dan pembebanan 5 kg, 10 kg serta 15 kg berturut-turut pada siang hari adalah 24,034 km/kg, 21,885 km/kg, 20,214 km/kg dan 18,632 km/kg.

Hasil yang didapat sesuai dengan hipotesis yaitu lebih hemat bahan bakar gas dibanding dengan bahan bakar cair.

4.3.5 Pembahasan Grafik Konsumsi Bahan Bakar CNG dan Etanol Pada Siang dan Malam Hari Pada Tiap Pembebanan

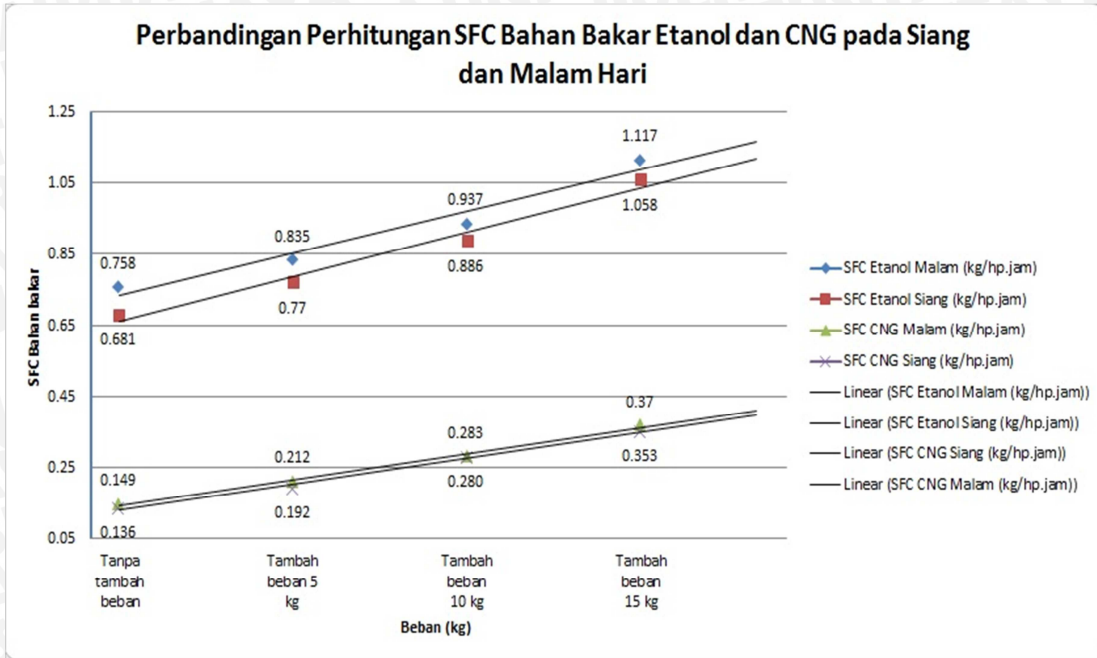


Gambar 4.5 Konsumsi bahan bakar CNG dan etanol pada siang dan malam hari pada tiap pembebanan

Grafik diatas menerangkan perbandingan konsumsi antara CNG dengan etanol pada pengujian yang dilakukan di siang dan malam hari. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar paling hemat adalah pada bahan bakar CNG dan pada saat dilakukan pengujian di siang hari. Hal ini karena fase CNG yang berupa gas dan tidak perlu diubah fase lagi sewaktu sebelum pembakaran, kemudian konsumsi lebih hemat pada saat siang hari karena dipengaruhi oleh desitas udara. Karena densitas udara pada saat siang dan malam hari berbeda.

Dari grafik diatas dapat diurutkan dari bahan bakar dan waktu pengujian dari yang paling hemat menuju yang paling boros adalah CNG pengujian siang hari, CNG pengujian malam hari, etanol pengujian siang hari dan terakhir adalah etanol pengujian malam hari.

4.3.6 Pembahasan Grafik Perbandingan *SFC* Bahan Bakar Etanol dan CNG pada Siang dan Malam Hari



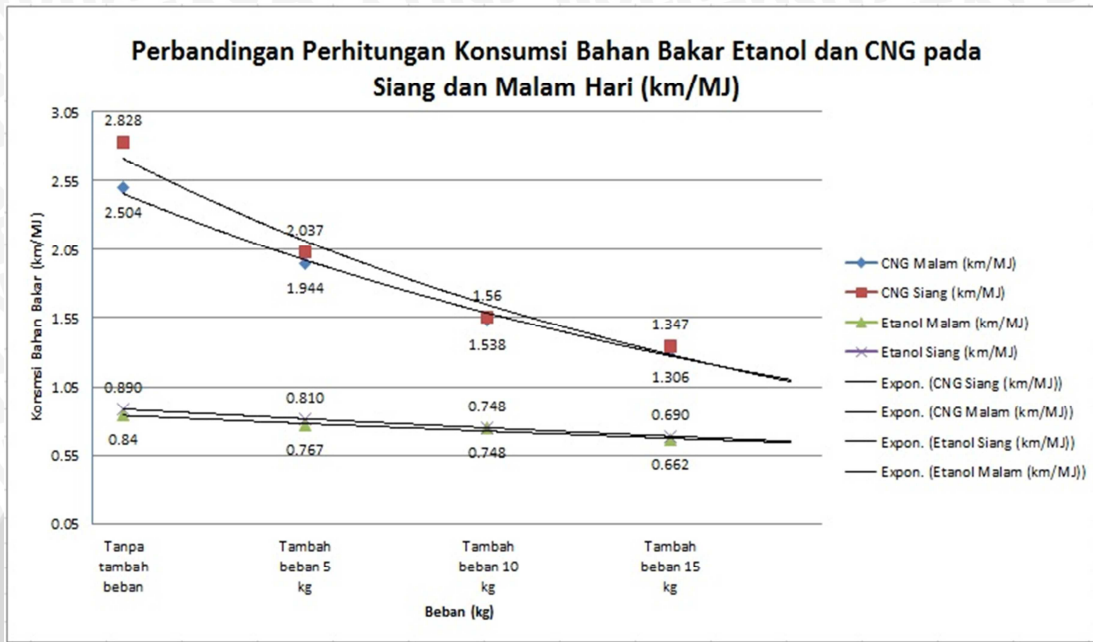
Gambar 4.6 Perbandingan perhitungan *SFC* bahan bakar etanol dan CNG pada siang dan malam hari

Grafik perbandingan *SFC* bahan bakar etanol dan CNG diatas menerangkan bahwa *specific fuel consumption* yang paling kecil atau hemat adalah *SFC* dari bahan bakar CNG pada siang hari. Urutan *SFC* bahan bakar dari yang paling kecil nilainya menuju yang paling besar nilainya adalah CNG siang hari, CNG malam hari, Etanol siang hari dan Etanol malam hari.

Sedangkan pada tiap penambahan beban, *SFC* tiap bahan bakar pada tiap waktu mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena daya mesin yang dibutuhkan seiring meningkatnya beban juga mengalami kenaikan. Daya sendiri dipengaruhi oleh $F_{gradien}$, $F_{rolling\ resistance}$ dan F_{drag} . Untuk *SFC* siang hari lebih hemat daripada malam hari dikarenakan kelembaban udara pada malam hari yang banyak mengandung uap air sehingga terjadi kehilangan panas yang mengakibatkan kehilangan tekanan di dalam silinder.

Kemudian hasil lebih hemat adalah bahan bakar CNG karena fase dari CNG yang merupakan gas sehingga tidak perlu lagi dikonversi lagi seperti etanol yaitu dari air ke gas. Selain itu nilai kalor dari CNG lebih besar daripada etanol yang menyebabkan tekanan hasil pembakaran di dalam silinder lebih tinggi CNG daripada etanol, sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar pula.

4.3.7 Pembahasan Grafik Konsumsi Bahan Bakar CNG dan Etanol Pada Siang dan Malam Hari Pada Tiap Pembebanan dalam km/MJ



Gambar 4.7 Perbandingan Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Etanol dan CNG pada Siang dan Malam Hari dalam satuan (km/MJ).

Dari grafik diatas, dapat diketahui bahwa pada penambahan beban pada tiap bahan bakar yang diuji maka nilai konsumsi dalam satuan km/MJ mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan beban yang bertambah mengakibatkan daya yang harus dikeluarkan oleh mesin menjadi lebih banyak. Akibatnya konsumsi bahan bakar bertambah. Daya yang dikeluarkan oleh mesin dipengaruhi oleh beberapa gaya yaitu, F_{drag} , $F_{gradien}$ dan $F_{rolling}$ resistance. Seiring meningkatnya beban, maka P_{traksi} yang merupakan penjumlahan dari ketiga gaya tersebut akan mengalami kenaikan.

Dari grafik juga diketahui bahwa CNG lebih hemat disbanding dengan etanol. Hal ini dikarenakan nilai kalor dari CNG lebih besar daripada nilai kalor dari etanol. CNG memiliki nilai kalor sebesar 52,51415 MJ/kg sedangkan etanol hanya memiliki nilai kalor sebesar 27 MJ/kg. hal ini mengakibatkan tekanan hasil pembakaran di dalam silinder oleh CNG lebih besar dari etanol sehingga daya yang dihasilkan mesin lebih besar saat pembakaran CNG. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa hasil pengujian siang hari lebih hemat dari malam hari, hal ini dikarenakan pada saat malam hari udara banyak mengandung uap air yang mengganggu proses pembakaran dan menimbulkan kerugian

panas yang mengakibatkan tekanan yang dihasilkan akan berkurang. Maka daya yang dihasilkan juga akan lebih rendah dan hal ini akan menyebabkan konsumsi lebih banyak.

