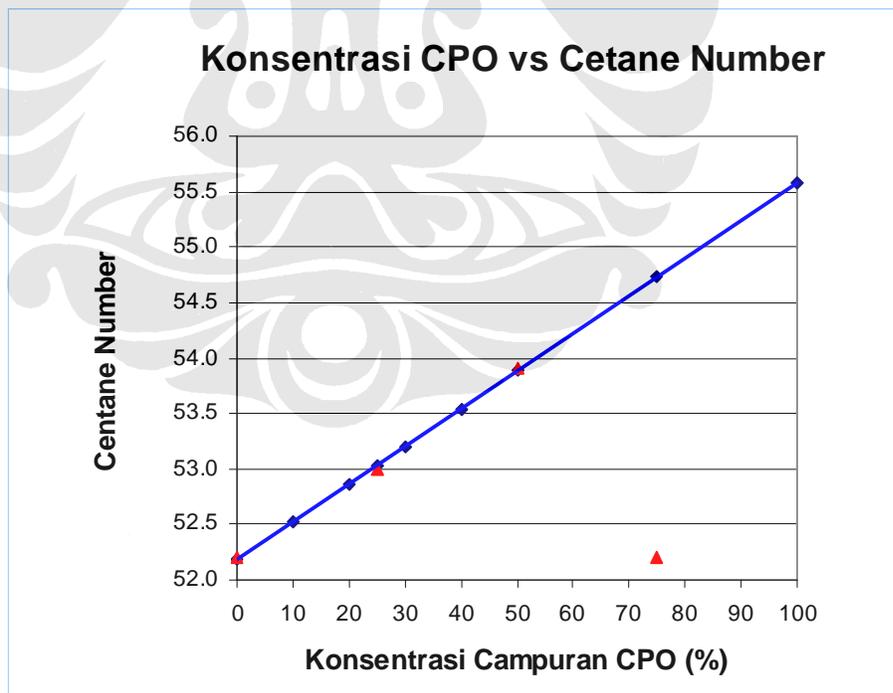


BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Dari pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa bahan bakar CPO hanya mampu diaplikasikan ke dalam mesin jenset sampai konsentrasi 50% saja jika tanpa pemanasan bahan bakar, artinya 50% bahan bakar CPO harus dicampur dengan 50% bahan bakar mesin jenset tersebut (solar murni) agar proses pembakaran dapat berlangsung dengan baik. Adapun beberapa hasil yang didapatkan dari percobaan tersebut antara lain :

4.1 ANALISA CETANE NUMBER



Grafik 4.1. Konsentrasi CPO vs cetane number

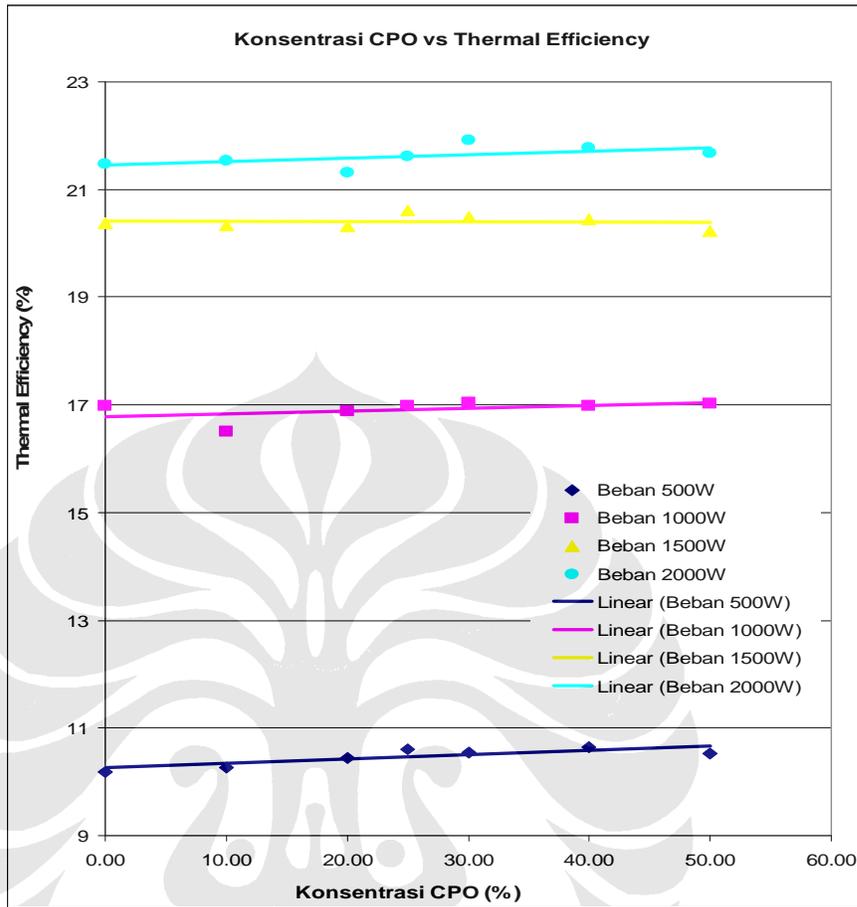
Dari grafik di atas diketahui bahwa, terjadi peningkatan nilai cetane number pada penambahan konsentrasi CPO. Hal tersebut terjadi karena bahan bakar CPO 100% memiliki cetane number yang lebih besar dari solar, sehingga mempengaruhi cetane number dari campuran (solar + CPO). Nilai cetane number CPO yang lebih tinggi mengakibatkan CPO lebih mudah terbakar dibandingkan solar, namun hal tersebut tidak bisa dijadikan patokan bahwa dalam segala kondisi CPO lebih mudah terbakar dibandingkan solar. Hal itu diakibatkan karena CPO pada suhu ambientnya sering mengental, sehingga sulit disalurkan ke dalam ruang bakar, jadi perlu dilakukan treatment terlebih dahulu sebelum digunakan. Treatment yang dapat dilakukan seperti mencampur dengan bahan bakar lain (seperti ; solar), memanaskannya atau memberi tambahan metanol atau etanol pada CPO (biodiesel kelapa sawit).

Dari grafik di atas juga diketahui bahwa, peningkatan prosentase CPO pada campuran (solar + CPO) mengakibatkan terjadinya peningkatan cetane number, dan grafik yang dihasilkan dari dua variable tersebut adalah linear. Hal tersebut menandakan bahwa kedua variabel tersebut (konsentrasi CPO dan cetane number) memiliki pengaruh yang sama terhadap variable lainnya. Hal tersebut terlihat dari kesamaan grafik yang dihasilkan, seperti grafik 4.2 (konsentrasi CPO vs thermal efficiency) dengan grafik 4.4 (cetane number vs thermal efficiency) dan grafik-grafik lainnya.

Tabel 4.1. Nilai cetane number terhadap konsentrasi CPO

Konsentrasi CPO (%)	Cetane Number
Solar	52.2
10	52.523
20	52.863
25	53.033
30	53.203
40	53.543
50	53.883
75	54.733
100	55.583

4.2. ANALISA THERMAL EFFICIENCY



Grafik 4.2. Perubahan efisiensi termal terhadap peningkatan konsentrasi

Dari grafik diatas diketahui bahwa dengan kenaikan presentase CPO pada campuran (solar + CPO) mengakibatkan terjadinya perubahan thermal efficiency (η_{th}). Hal ini menandakan thermal efficiency yang dihasilkan dari pembakaran pembakaran campuran (solar + CPO) lebih besar dari pembakaran yang dihasilkan solar murni, atau pembakaran campuran (solar + CPO) lebih efisien dibandingkan dengan pembakaran solar murni.

Thermal efficiency terbesar yang dihasilkan oleh campuran dan melebihi thermal efficiency dari solar murni sebesar 21.92% (pada campuran 30% CPO, dengan pembebanan 2000 W). Dan selisih terbesar antara campuran (solar + CPO) dengan solar murni adalah 0.44% [yang merupakan selisih campuran (solar + CPO) 40% CPO dan 30 % CPO dengan solar murni, pada beban 500 W (40% CPO) dan 2000 W (30% CPO)]. Jika kita lihat dari tabel dibawah ini, sebagian

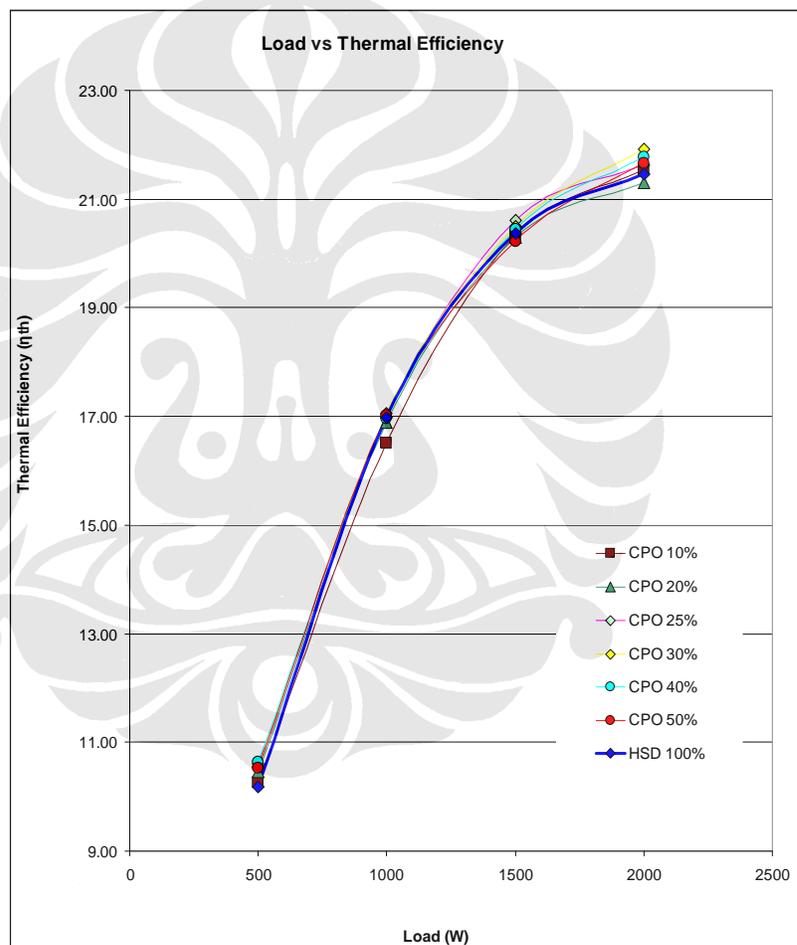
besar campuran (solar + CPO) memiliki thermal efficiency diatas solar murni (yang berwarna biru).

Tabel 4.2. Perubahan efisiensi termal terhadap penambahan konsentrasi

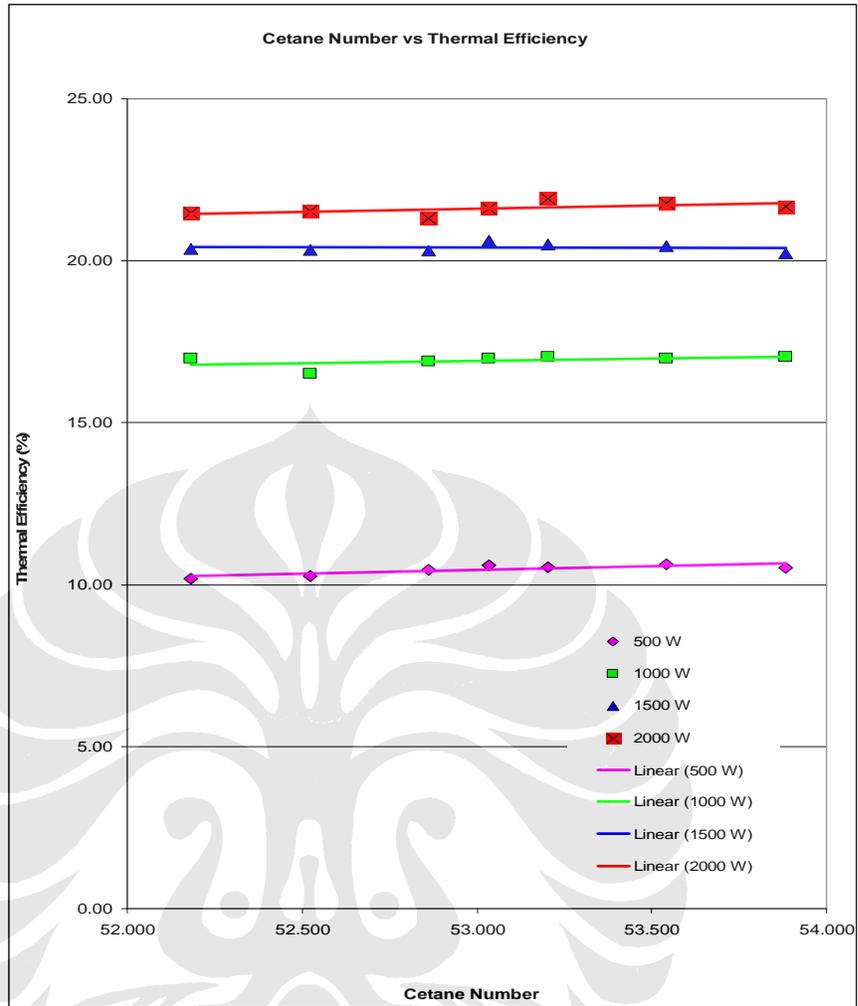
Konsentrasi CPO (%)	Thermal Efficiency (%)	Load (Watt)
0	10.19	500 W
10	10.27	
20	10.45	
25	10.61	
30	10.55	
40	10.63	
50	10.53	
0	16.98	1000 W
10	16.51	
20	16.89	
25	16.98	
30	17.05	
40	16.97	
50	17.03	
0	20.38	1500 W
10	20.33	
20	20.30	
25	20.61	
30	20.50	
40	20.45	
50	20.22	
0	21.48	2000 W
10	21.54	
20	21.31	
25	21.63	
30	21.92	
40	21.78	
50	21.67	

Namun thermal efficiency dari setiap bahan bakar juga mengalami kenaikan yang cukup signifikan ketika divariasikan terhadap beban (W), hal itu

dapat kita lihat dari grafik dibawah ini. Hampir semua thermal efficiency dari campuran (solar + CPO) memiliki efisiensi yang lebih besar di bandingkan dengan solar murni. Namun, hampir semua bahan bakar [solar maupun campuran (solar + CPO)] memiliki tren yang sama ketika penambahan beban, yaitu mengalami kenaikan thermal efficiency. Hal ini menandakan bahwa pemakaian jenset akan efisien jika pembebanannya maksimum. Namun pembebanannya tersebut harus memperhatikan kemampuan maksimum jenset tersebut, karena jika melakukan pembebanan yang melebihi kemampuan maksimumnya akan mengakibatkan kerusakan pada jenset itu sendiri (Breakdown).

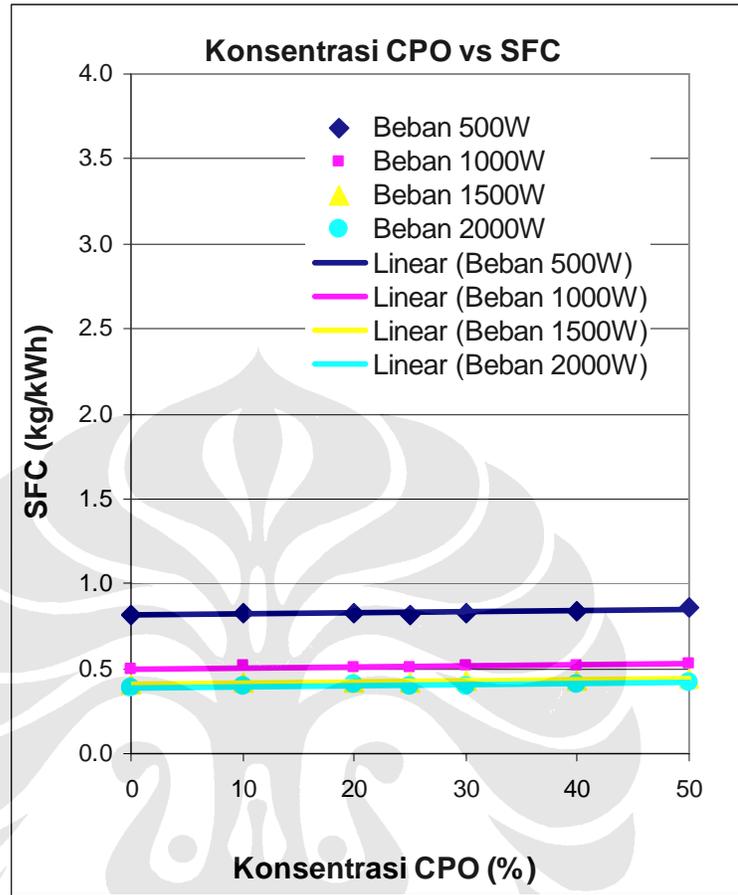


Grafik 4.3. Perubahan efisiensi termal terhadap peningkatan pembebanan



Grafik 4.4. Perubahan efisiensi termal terhadap peningkatan cetane number

4.3. ANALISA SPECIFIC FUEL CONSUMPTION (SFC)



Grafik 4.5. Perubahan SFC terhadap peningkatan konsentrasi CPO

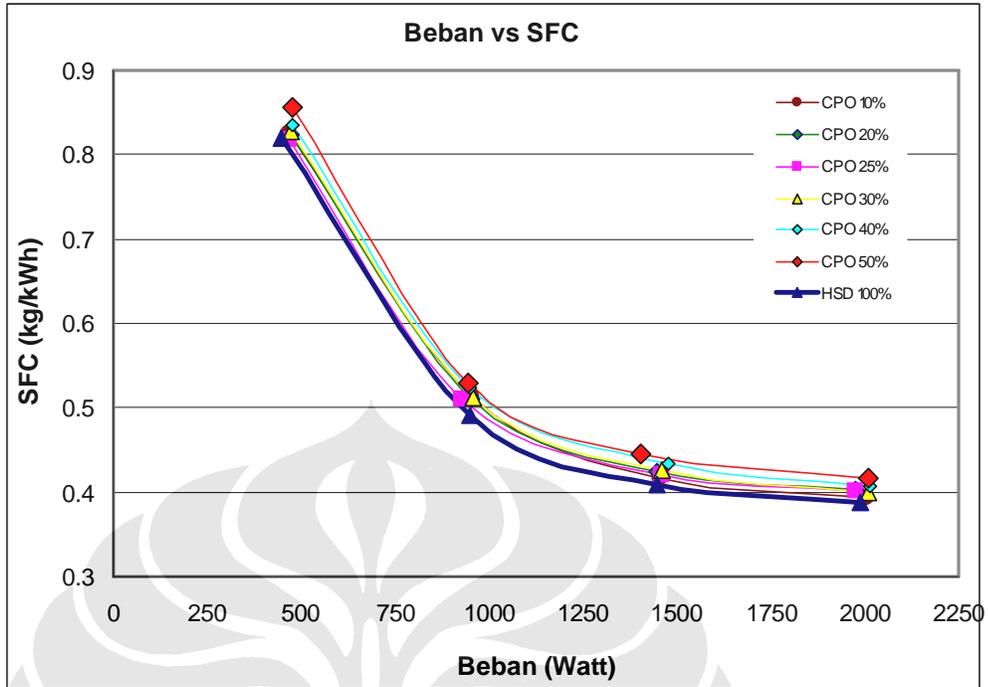
Dari grafik diatas diketahui bahwa tidak terjadi perubahan SFC pada penambahan presentase CPO. Hal ini menandakan campuran (solar + CPO) memiliki SFC yang hampir sama dengan solar murni. Dari pengujian yang dilakukan terdapat nilai SFC dari campuran (solar + CPO) yang lebih rendah dari solar murni yaitu pada campuran (25% CPO) dengan beban 500 W hal tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3. Perubahan SFC terhadap peningkatan konsentrasi CPO

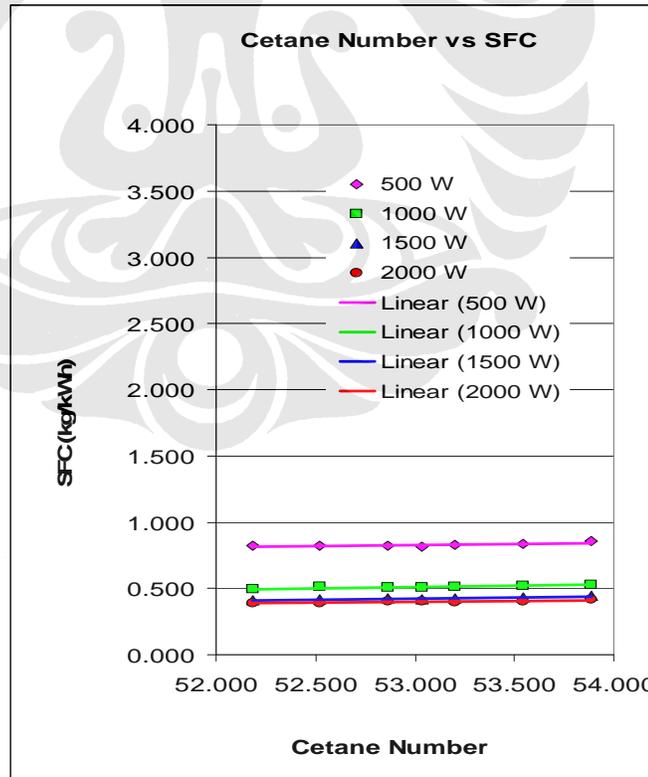
Konsentrasi CPO (%)	SFC (kg/kWh)	Load (Watt)
0	0.82	500 W
10	0.83	
20	0.82	
25	0.82	

30	0.83	
40	0.83	
50	0.86	
0	0.49	1000 W
10	0.51	
20	0.51	
25	0.51	
30	0.51	
40	0.52	
50	0.53	
0	0.41	1500 W
10	0.42	
20	0.42	
25	0.42	
30	0.43	
40	0.43	
50	0.45	
0	0.39	2000 W
10	0.39	
20	0.40	
25	0.40	
30	0.40	
40	0.41	
50	0.42	

Dari grafik di bawah ini diketahui bahwa dengan semakin bertambahnya beban pada jenset maka nilai SFCnya akan semakin kecil. Hal ini menandakan semua bahan bakar (solar murni dan campuran) akan semakin hemat penggunaannya jika digunakan pada beban maksimum, artinya dengan bahan bakar yang lebih sedikit dapat menghasilkan energi (Wh) yang maksimum (2000 W). Hal ini juga berhubungan dengan efisiensi jenset tersebut (karena pada beban yang maksimum akan dihasilkan efisiensi yang maksimum, maka nilai SFC juga akan semakin berkurang seiring dengan meningkatnya beban yang diberikan)

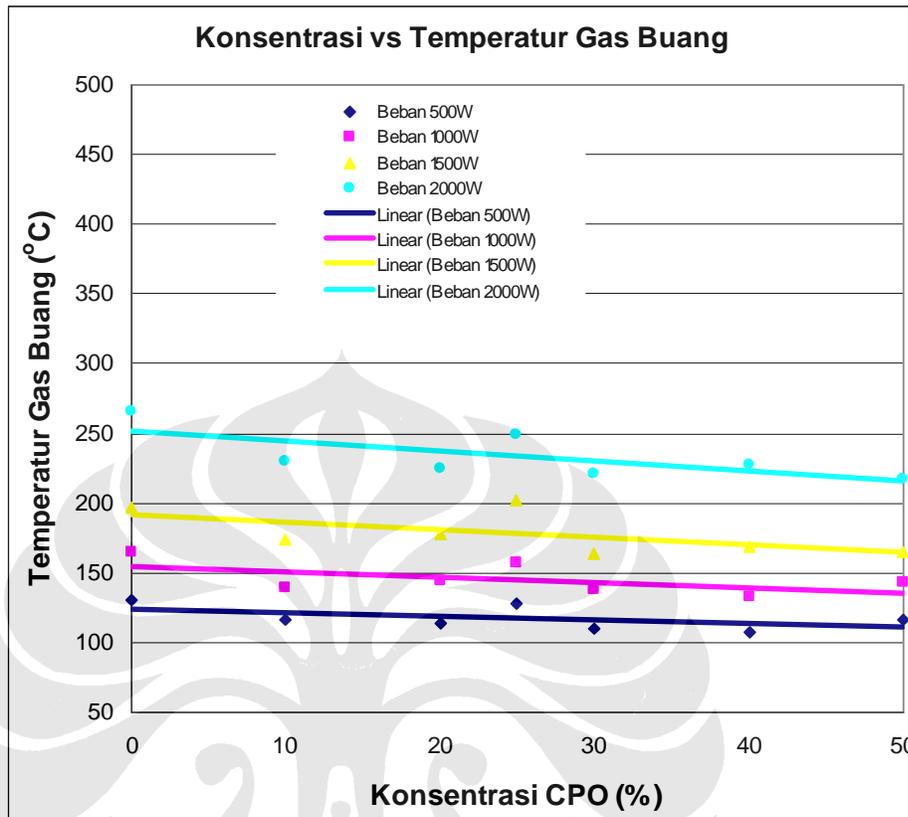


Grafik 4.6. Perubahan SFC terhadap peningkatan pembebanan



Grafik 4.7. Perubahan SFC terhadap peningkatan cetane number

4.4. ANALISA TEMPERATUR GAS BUANG (°C)



Grafik 4.8. Perubahan temperatur gas buang terhadap peningkatan konsentrasi CPO

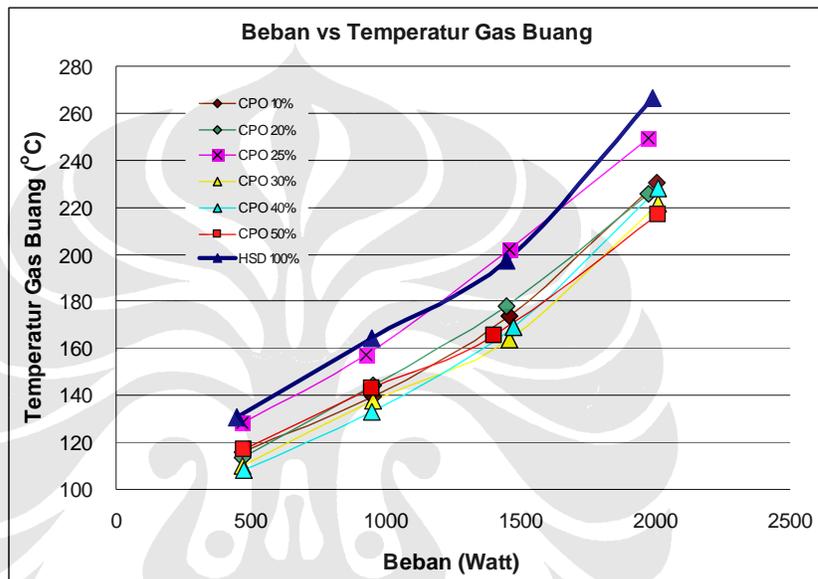
Dari grafik di atas diketahui bahwa terjadi penurunan temperature gas buang akibat penambahan presentase CPO. Dan hampir semua temperature campuran (solar + CPO) memiliki temperature yang lebih rendah dari solar murni, hanya ada satu temperature gas buang dari campuran (solar + CPO) yang lebih tinggi dari solar murni sebesar 202°C pada campuran (25% CPO) dengan beban beban 1500 W (sedangkan solar murni pada beban 1500 W hanya menghasilkan temperature gas buang 198°C). Temperature gas buang merupakan kerugian (loss) dari pembakaran, namun kerugian tersebut bisa berguna jika dimanfaatkan kembali. Penurunan temperature gas buang yang terjadi akibat penambahan presentase CPO sebenarnya tidak terlalu besar. Adapun selisih temperatur yang terbesar antara solar murni dan campuran (solar + CPO) adalah 49.5°C (yaitu selisih antara solar murni dan campuran (CPO 50%) pada beban 2000 W, kolom yang berwarna hijau)

Tabel 4.4. Perubahan temperatur gas buang terhadap peningkatan konsentrasi CPO

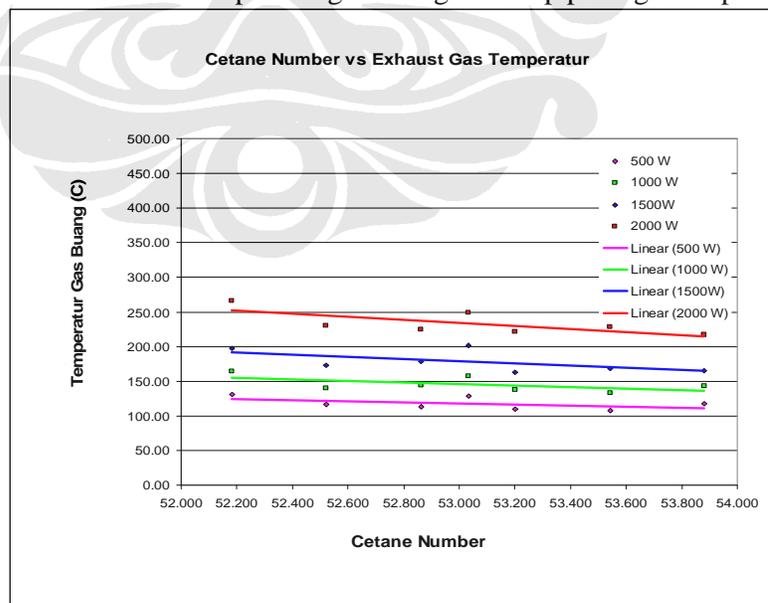
Konsentrasi CPO (%)	Exhaust Gas Temperatur (°C)	Load (Watt)
0	131	500 W
10	116	
20	114	
25	129	
30	110	
40	108	
50	117	
0	165	1000 W
10	140	
20	145	
25	157	
30	138	
40	133	
50	143	
0	198	1500 W
10	174	
20	178	
25	202	
30	164	
40	169	
50	166	
0	267	2000.00
10	231	
20	226	
25	250	
30	222	
40	228	
50	217	

Grafik di bawah ini menunjukkan bahwa, dengan peningkatan beban pada jenset mengakibatkan temperature gas buang ikut meningkat. Jika pembebanan terhadap jenset semakin meningkat maka kalor yang dihasilkan akan semakin

bertambah. Karena kalor merupakan fungsi dari temperatur, maka temperatur yang dihasilkan dari pembakaran pun akan meningkat (temperatur gas buang pun juga meningkat). Jika temperatur gas buang tersebut dimanfaatkan kembali maka efisiensi dari sistem akan meningkat. Oleh karena itu, pada sistem yang memanfaatkan temperatur gas buang, peningkatan temperatur gas buang merupakan suatu keuntungan (temperatur meningkat berarti ada energi yang bertambah dalam bentuk kalor)

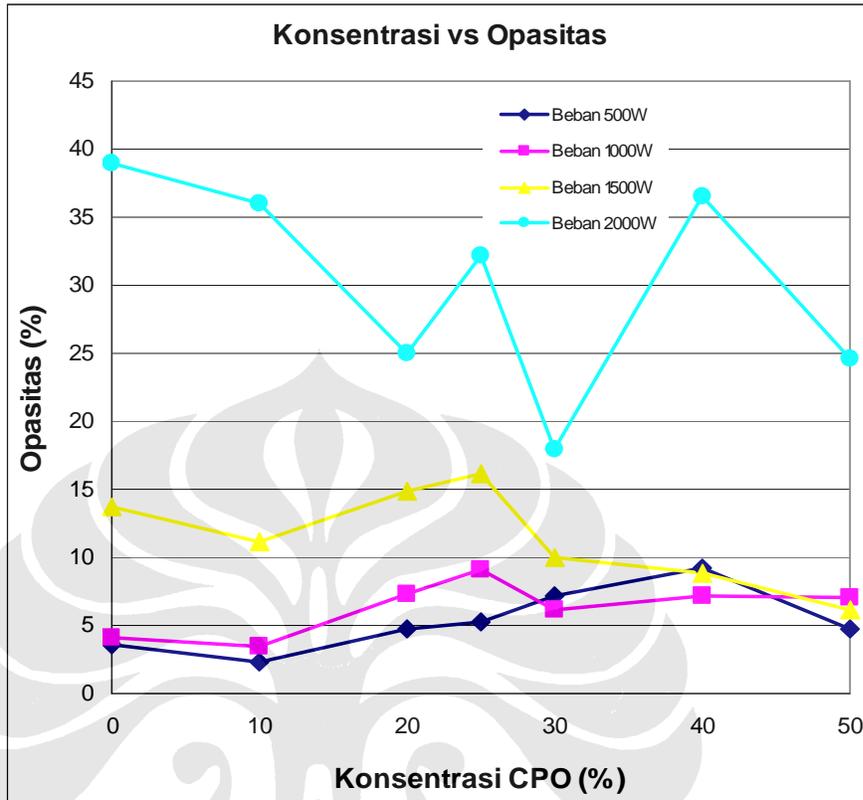


Grafik 4.9. Perubahan temperatur gas buang terhadap peningkatan pembebanan



Grafik 4.10. Perubahan temperature gas buang terhadap peningkatan cetane number

4.5. ANALISA OPASITAS (KEPEKATAN GAS BUANG)



Grafik 4.11. Perubahan opasitas terhadap peningkatan konsentrasi CPO

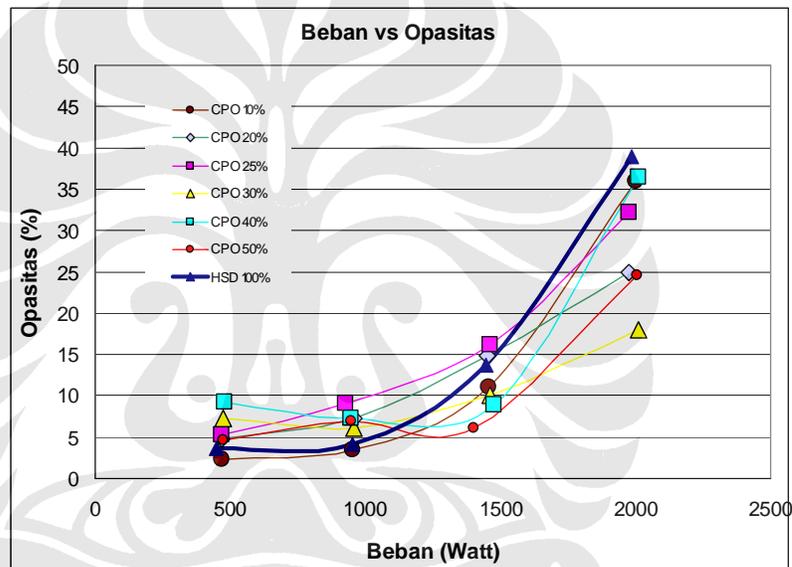
Grafik diatas menunjukkan terjadi fluktuasi opasitas yang dihasilkan oleh pembakaran di dalam jenset. Grafik ini sebenarnya tidak menunjukkan konsentrasi opasitas sebenarnya yang dihasilkan oleh jenset. Fluktuasi tersebut terjadi karena intensitas gas buang yang keluar tidak menggambarkan intensitas gas buang yang sebenarnya. Hal tersebut terjadi karena intensitas gas buang yang keluar tidak selalu sama setiap saat. Intensitas yang berubah-ubah tersebut terjadi karena mesin jenset yang digunakan hanya memiliki 1 silinder (memiliki jumlah silinder yang sedikit), sehingga pembakaran yang terjadi memiliki selang waktu yang lebih panjang. Jika mesin yang digunakan memiliki jumlah silinder yang lebih banyak maka pembakaran dapat berlangsung secara cepat (memiliki selang waktu yang pendek) dan kontinu, sehingga intensitas gas buang yang dikeluarkan lebih stabil (tidak berubah-ubah/berfluktuasi). Nilai opasitas yang didapatkan selama pengambilan data memang mengalami fluktuasi yang tidak beraturan, sehingga penentuan data opasitas yang akan digunakan harus dengan

pertimbangan yang tepat. Nilai opasitas terbesar dihasilkan oleh solar murni pada beban 2000 W, yaitu sebesar 39%. Dari table di bawah ini diketahui bahwa pada pembebanan 2000 W seluruh campuran (solar + CPO) memiliki opasitas lebih kecil dari solar murni (yang berwarna biru).

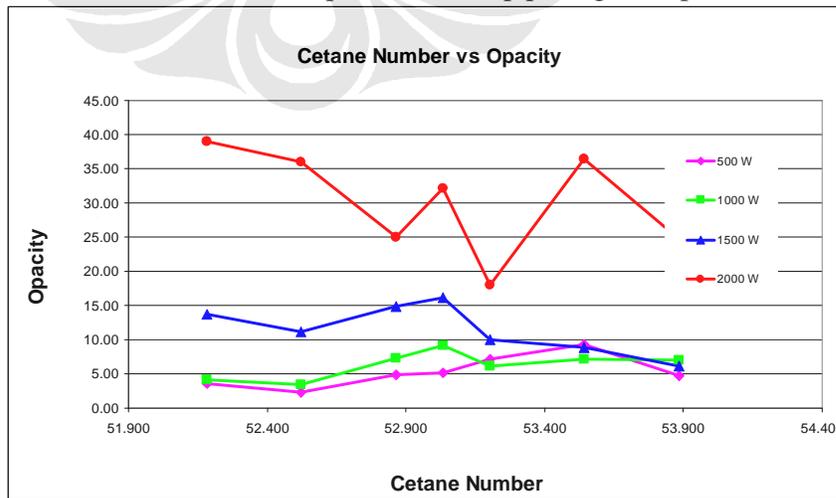
Tabel 4.5. Perubahan opasitas terhadap peningkatan konsentrasi CPO

Konsentrasi CPO (%)	Opacity (%)	Load (Watt)
0	3.60	500 W
10	2.25	
20	4.80	
25	5.20	
30	7.20	
40	9.25	
50	4.70	
0	4.10	1000 W
10	3.45	
20	7.25	
25	9.10	
30	6.10	
40	7.20	
50	7.00	
0	13.70	1500 W
10	11.10	
20	14.90	
25	16.15	
30	10.00	
40	8.90	
50	6.15	
0	39.00	2000 W
10	36.00	
20	25.00	
25	32.15	
30	18.00	
40	36.50	
50	24.65	

Grafik di bawah menunjukkan terjadi kenaikan opasitas dari seluruh bahan bakar ketika diberikan penambahan beban. Nilai opasitas terbesar dihasilkan oleh solar murni pada beban 2000 W, yaitu sebesar 39%. Sedangkan nilai opasitas terendah dihasilkan oleh campuran 10% CPO pada beban 500 W, sebesar 2.25%. Kenaikan nilai opasitas yang terjadi pada suatu pembakaran menandakan semakin banyaknya pembakaran tidak sempurna yang terjadi. Hal tersebut menandakan bahwa, dengan penambahan beban pada jenset mengakibatkan terjadinya peningkatan pembakaran tidak sempurna. Peningkatan pembakaran tidak sempurna pada jenset mengakibatkan semakin meningkatnya gas buang merugikan yang dihasilkan (seperti CO).

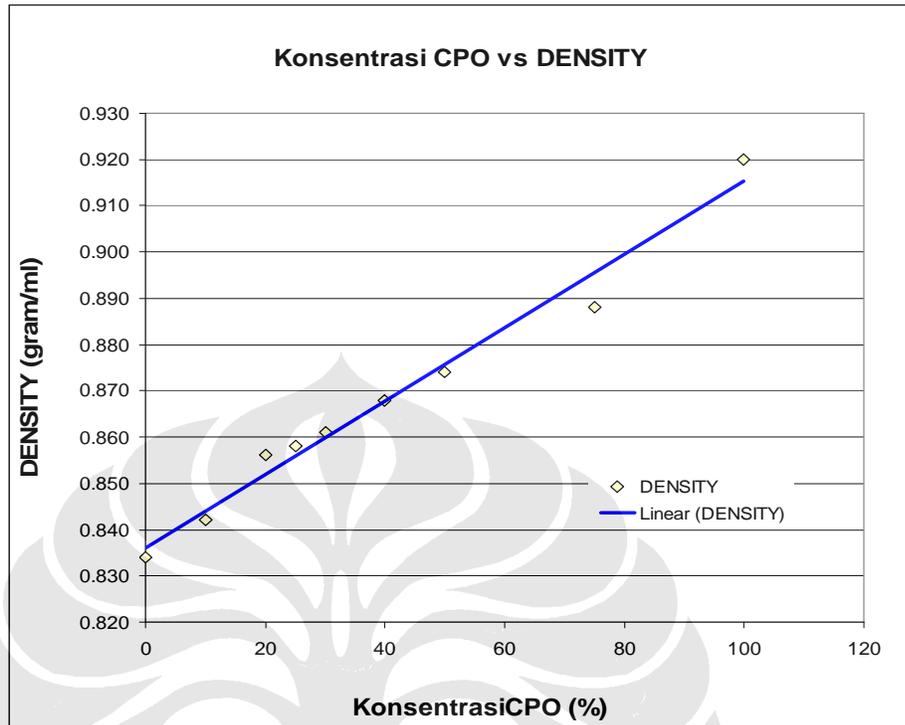


Grafik 4.12. Perubahan opasitas terhadap peningkatan pembebanan



Grafik 4.13. Perubahan opasitas terhadap peningkatan cetane number

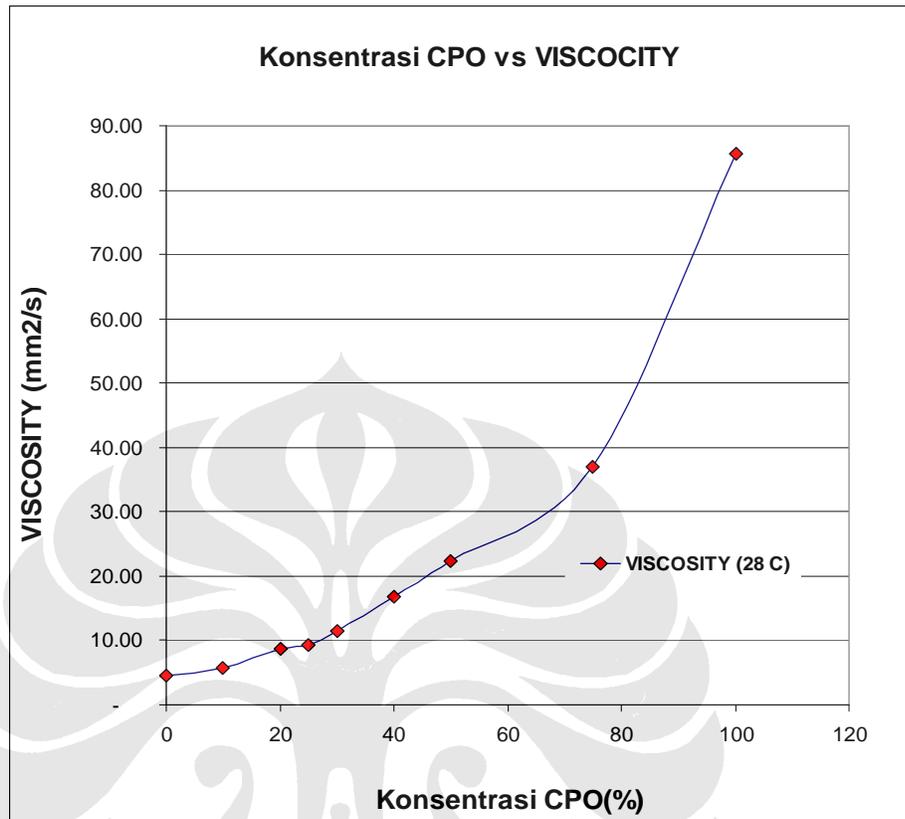
4.6. ANALISA DENSITAS



Grafik 4.14. Perubahan densitas terhadap peningkatan konsentrasi

Grafik diatas menunjukkan bahwa, terjadi kenaikan densitas dari bahan bakar ketika dilakukan penambahan presentase CPO. Karena CPO memiliki massa (pada volume yang sama) yang lebih besar dari solar murni mengakibatkan terjadinya peningkatan massa campuran ketika dilakukan penambahan presentase CPOnya. Standar pengujian density yang kami lakukan adalah ASTM 1298-99. Pengujian dilakukan pada suhu 28°C (suhu ambient bahan bakar/tidak dipanaskan).

4.7. ANALISA VISKOSITAS



Grafik 4.15. Perubahan viskositas terhadap peningkatan konsentrasi CPO

Dari grafik diatas diketahui bahwa viskositas semakin bertambah dengan meningkatnya presentase CPO, dan menyebabkan penurunan laju gesernya. Untuk fluida yang semakin kental, viskositasnya bertambah dan menyebabkan berkurangnya laju geser. Sedangkan untuk fluida yang semakin encer viskositasnya semakin berkurang, dan menyebabkan peningkatan laju geser. Karena CPO 100% memiliki kekentalan yang paling tinggi, maka CPO 100% memiliki viskositas yang paling tinggi. Hal tersebut mengakibatkan CPO 100% memiliki laju geser yang paling kecil (kecepatan CPO 100% untuk mengalir dalam suatu saluran/pipa sangat lambat). Sedangkan solar 100% memiliki viskositas paling kecil, karena solar 100% paling encer diantara campuran lainnya. Hal tersebut mengakibatkan solar 100% memiliki laju geser yang paling tinggi (kecepatan solar 100% untuk mengalir dalam suatu saluran /pipa sangat cepat). Adapun standar pengujian viscosity yang kami lakukan adalah ASTM D445.