

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian ini dilakukan secara berkelanjutan selama ± 5 jam dengan membandingkan laju konsumsi bahan bakar terhadap kWh produksi yang dapat dilihat pada kWh meter mesin, dan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Konsumsi Bahan Bakar

Beban (kW)	Waktu (menit)	Konsumsi bahan bakar (liter)	Produksi kWh
200 (15%)	10	12	35,40
	20	22	67,10
	30	34	101,25
	40	45	133,30
	50	56	168,60
	60	68	205,15
400 (30%)	10	21	67,30
	20	41	134,05
	30	60	198,80
	40	81	261,20
	50	100	326,75
	60	122	403,80

600 (45%)	10	31	107,85
	20	59	204,40
	30	87	306,70
	40	117	408,35
	50	145	508,85
	60	173	610,25
800 (60%)	10	37	134,50
	20	73	268,90
	30	110	405,40
	40	146	540,25
	50	184	675,45
	60	219	809,70
1000 (80%)	10	45	169,05
	20	89	335,15
	30	133	501,55
	40	180	676,40
	50	222	831,05
	60	266	1003,20

1.2 Perhitungan SFC secara teori

Data yang diketahui yaitu berat jenis biosolar yang terdapat pada *delivery order* dari Pertamina.

$$\rho = 0,835 \text{ kg/liter}$$

Besaran efisiensi mekanis untuk mesin diesel adalah 0,75-0,95. Dan yang dipakai dalam perhitungan ini adalah $\eta_m = 0,85$.

Dengan volume bahan bakar yang dipakai sesuai pada tabel 4.1. Dan dalam perhitungan teoritis ini, beban mesin dianggap stabil selama 1 jam pengukuran masing-masing beban. Maka perhitungan yang diperoleh sebagai berikut :

1. Untuk beban 200 kW

$$sfc = \frac{b}{Ne} = \frac{\rho \cdot v}{\eta_m \cdot Ni}$$
$$sfc = \frac{0,835 \frac{kg}{liter} \times 68 \text{ liter}}{0,85 \times 200 \text{ kW}} = 0,334 \text{ kg/kW.jam}$$

2. Untuk beban 400 kW

$$sfc = \frac{0,835 \frac{kg}{liter} \times 122 \text{ liter}}{0,85 \times 400 \text{ kW}} = 0,299 \text{ kg/kW.jam}$$

3. Untuk beban 600 kW

$$sfc = \frac{0,835 \frac{kg}{liter} \times 173 \text{ liter}}{0,85 \times 600 \text{ kW}} = 0,283 \text{ kg/kW.jam}$$

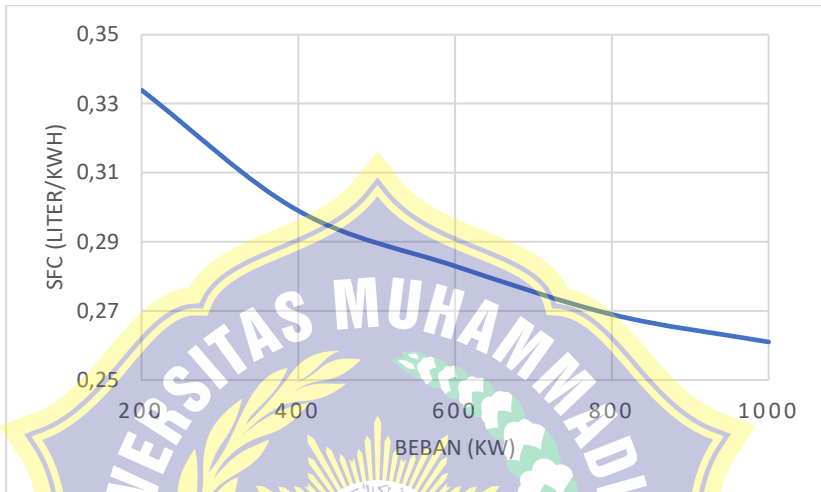
4. Untuk beban 800 kW

$$sfc = \frac{0,835 \frac{kg}{liter} \times 219 \text{ liter}}{0,85 \times 800 \text{ kW}} = 0,269 \text{ kg/kW.jam}$$

5. Untuk beban 1000 kW

$$sfc = \frac{0,835 \frac{kg}{liter} \times 266 \text{ liter}}{0,85 \times 1000 \text{ kW}} = 0,261 \text{ kg/kW.jam}$$

Perhitungan tersebut jika dikonversi kedalam grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik beban mesin terhadap sfc

Untuk diketahui bahwa semakin kecil nilai *specific fuel consumption (sfc)* maka semakin efisien juga suatu mesin pembangkit. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin optimal daya mesin pembangkit Mitsubishi S16R-PTA-S maka semakin efisien konsumsi bahan bakarnya.

4.3 Perhitungan SFC berdasar produksi energi listrik

Dalam perhitungan ini mencoba membandingkan konsumsi bahan bakar selama 1 jam dibandingkan dengan total energi listrik yang telah dibangkitkan dalam satuan kWh. kWh produksi didapat dari pengukuran menggunakan kWh meter pada mesin pembangkit sesuai data pada tabel 4.1.

$$sfc = \frac{\text{bahan bakar yang terpakai (liter)}}{\text{energi yang dibangkitkan (kWh)}}$$

1. Untuk beban 200 kW

$$sfc = \frac{68 \text{ liter}}{205,15 \text{ kWh}} = 0,331 \text{ liter/kWh}$$

2. Untuk beban 400 kW

$$sfc = \frac{122 \text{ liter}}{403,80 \text{ kWh}} = 0,302 \text{ liter/kWh}$$

3. Untuk beban 600 kW

$$sfc = \frac{173 \text{ liter}}{610,25 \text{ kWh}} = 0,283 \text{ liter/kWh}$$

4. Untuk beban 800 kW

$$sfc = \frac{219 \text{ liter}}{809,70 \text{ kWh}} = 0,270 \text{ liter/kWh}$$

5. Untuk beban 1000 kW

$$sfc = \frac{266 \text{ liter}}{1003,20 \text{ kWh}} = 0,265 \text{ liter/kWh}$$

Untuk perhitungan *sfc*, pemakaian bahan bakar dihitung selama 1 jam pada beban yang sama. Jika dihitung per 10 menit akan tidak efektif karena hasilnya tidak stabil. Hal tersebut dikarenakan beban aktual dari mesin pembangkit akan naik turun mengikuti beban sistem, tetapi naik turunnya tidak jauh dari beban yang di-setting pada *generator control panel*.

4.4 Data Parameter Mesin

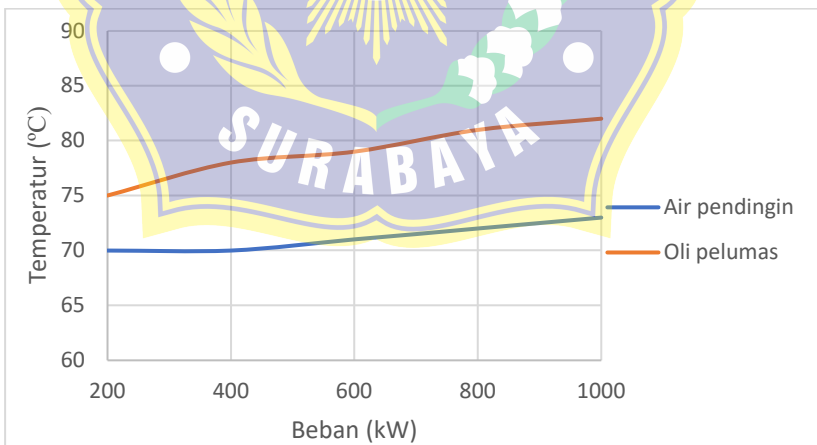
Dalam pengujian ini tidak hanya laju konsumsi bahan bakar yang diperhatikan, akan tetapi faktor-faktor lain seperti parameter operasi mesin juga menjadi pertimbangan untuk mengambil suatu kesimpulan. Tentunya banyak data parameter yang bisa diperoleh dari panel mesin, tetapi hanya parameter yang berhubungan dengan penelitian ini yang penulis cantumkan dalam data berikut :

Tabel 4.2 Data Parameter Operasi Mesin

Beban (kW)	Waktu (menit)	Temp. air pendingin (°C)	Tekanan oli pelumas (bar)	Temp. oli pelumas (°C)	Temp. gas buang (°C)
200 (15%)	10	70	7,37	75	325
	20	70	7,37	75	330
	30	70	7,37	75	340
	40	70	7,37	75	338
	50	70	7,37	76	341
	60	70	7,37	76	342
400 (30%)	10	70	7,37	78	400
	20	70	7,37	77	395
	30	70	7,37	78	398
	40	70	7,37	78	405
	50	70	7,37	78	402
	60	70	7,37	78	403
600 (45%)	10	71	7,23	79	438
	20	71	7,23	79	444
	30	71	7,23	79	440
	40	71	7,23	78	441
	50	71	7,23	79	445
	60	71	7,23	79	446

800 (60%)	10	71	7,23	81	471
	20	71	7,23	81	474
	30	72	7,23	81	477
	40	72	7,23	81	477
	50	72	7,23	81	473
	60	72	7,23	81	475
1000 (80%)	10	72	7,23	81	489
	20	73	7,23	82	492
	30	73	7,23	82	490
	40	73	7,23	82	490
	50	73	7,23	82	490
	60	73	7,23	82	490

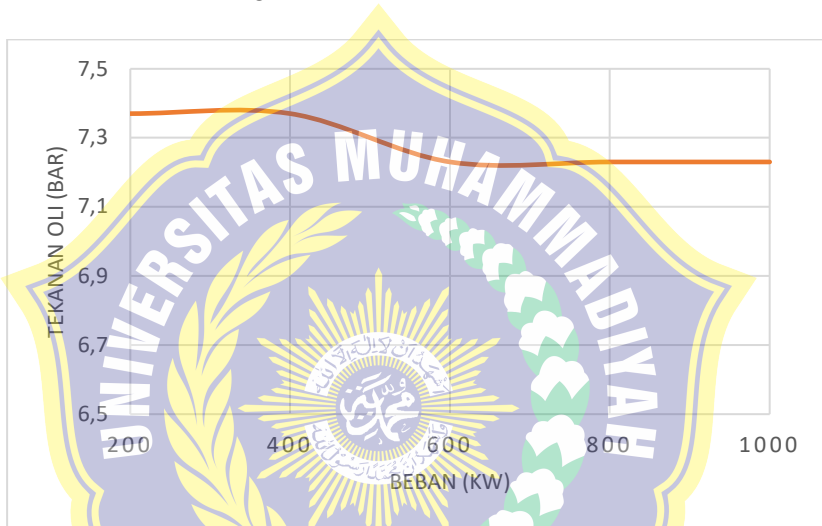
Data pada tabel 4.2 dikonversi kedalam grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik beban vs temperatur oli dan air pendingin

Dalam grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin naik beban mesin pembangkit, maka semakin naik pula temperatur oli pelumas dan temperatur air pendinginnya.

Kemudian untuk tekanan oli pelumas akan semakin menurun berbanding terbalik dengan kenaikan beban mesin. Dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.3 Grafik Tekanan Oli vs Beban Mesin

Hal tersebut disebabkan karena peningkatan temperatur oli pelumas dari proses operasi mesin. Dan berdampak pada viskositas oli pelumas yang semakin turun sehingga menyebabkan tekanan oli pelumas pun turun. Penting untuk memperhatikan tekanan oli pelumas karena jika tekanan oli semakin turun maka kinerja pelumasan mesin tidak bisa optimal sehingga bisa menyebabkan kerusakan komponen mesin.

Data parameter operasi mesin diatas masih dalam tahap kriteria normal operasi mesin sesuai *Manual Book* yang dirangkum dalam tabel dibawah.

Tabel 4.3 Kriteria normal operasi mesin

Inspection During Operation During engine operation, check abnormal engine noise, odor, vibrations, or leaks from pipes. Also, carefully check the followings for abnormalities. Table 3-1 Inspection During Operation	
Inspection item	Criteria/reference value
Warning indicator/instruments	Lighting/numerical value normality
Engine speed/frequency	No large fluctuation
Breather mist volume	Should be normal.
Exhaust color	Should be normal.
Damper temperature	90.0°C [194°F] or lower
Engine oil pressure	0.39 MPa {3.98 kgf/cm ² } [56.56 psi] or more
Engine oil temperature (oil pan)	105 to 110°C [221 to 230°F] or lower
Coolant temperature	70 to 90°C [158 to 194°F]
Exhaust temperature	550.0°C [1022°F] or lower

Pada tabel diatas diketahui bahwa temperatur air pendingin yang disarankan adalah 70-90 °C. Hal tersebut dikarenakan jika temperatur air pendingin terlalu rendah maka akan terjadi thermal shock (perubahan temperatur secara

mendadak) yang akan menimbulkan crack pada *cylinder head*. Pada pengujian ini temperatur air pendingin masih normal yaitu pada temperatur 70-73 °C. Dan untuk temperatur oli pelumas maksimum dalam pengujian ini adalah 82 °C. Temperatur tersebut masih jauh dibawah batas tertinggi yang disarankan pada Manual Book yaitu 105 °C.

Sedangkan untuk temperatur gas buang yang disarankan yaitu dibawah 550 °C dan pada pengujian ini masih aman pada temperatur tertinggi 492 °C. Kemudian untuk tekanan oli tidak boleh dibawah 0,39 MPa, dan pada pengujian ini tekanan olinya 7,23 bar atau 0,72 MPa (1 bar = 0,1 MPa). Jadi dapat disimpulkan bahwa pada beban 1000 kW, parameter-parameter operasi mesin pembangkit masih dalam kondisi normal.

4.5 Perhitungan momen puntir / torsi

Diketahui bahwa dalam pengujian ini, putaran mesin konstan yaitu pada 1500 rpm, maka perhitungan momen puntir/torsi sebagai berikut:

1. Untuk beban 200 kW

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ ps}$$

$$200 \text{ kW} = 1,36 \times 200 = 272 \text{ ps}$$

$$M_p = 71620 \frac{N}{n}$$

$$= 71620 \frac{272}{1500}$$

$$= 12987,093 \text{ kgf.cm}$$

2. Untuk beban 400 kW

$$N = 400 \text{ kW} = 400 \times 1,36 = 544 \text{ ps}$$

$$\begin{aligned} Mp &= 71620 \frac{N}{n} \\ &= 71620 \frac{544}{1500} \\ &= 25974,186 \text{ kgf.cm} \end{aligned}$$

3. Untuk beban 600 kW

$$\begin{aligned} N &= 600 \text{ kW} \\ &= 600 \times 1,36 = 816 \text{ ps} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mp &= 71620 \frac{N}{n} \\ &= 71620 \frac{816}{1500} \\ &= 38961,28 \text{ kgf.cm} \end{aligned}$$

4. Untuk beban 800 kW

$$\begin{aligned} N &= 800 \text{ kW} \\ &= 800 \times 1,36 = 1088 \text{ ps} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mp &= 71620 \frac{N}{n} \\ &= 71620 \frac{1088}{1500} \\ &= 51948,37 \text{ kgf.cm} \end{aligned}$$

5. Untuk beban 1000 kW

$$N = 1000 \text{ kW}$$

$$= 1000 \times 1,36 = 1360 \text{ ps}$$

$$Mp = 71620 \frac{N}{n}$$

$$= 71620 \frac{1360}{1500}$$

$$= 64935,46 \text{ kgf.cm}$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa momen puntir/torsi akan meningkat seiring dengan kenaikan beban mesin pembangkit.

