IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Setelah melakukan pengujian maka diperoleh beberapa data, diantaranya adalah data pengujian penghembusan udara bertekanan, pengujian kekerasan *Micro Vickers* dan pengujian prestasi diesel 4 langkah. Data pengujian penghembusan udara bertekanan dengan kompresor digunakan untuk menghitung persentase penyusutan zeolit pelet setelah dihembuskan udara bertekanan. Data pengujian kekerasan *Micro Vickers* digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan dari zeolit pelet, sedangkan data pengujian prestasi motor diesel digunakan untuk menghitung prestasi motor diesel seperti daya engkol *(bP)* dan konsumsi bahan bakar spesifik *(bsfc)*dengan menggunakan rumus pada Bab II, sehingga dari data-data hasil perhitungan dapat disajikan dalam bentuk grafik dan dapat dibandingkan antara prestasi motor diesel dengan menggunakan zeolit pelet yang diaktivasi fisik terhadap prestasi mesin diesel tanpa menggunakan zeolit dan zeolit granular dengan variasi konsentrasi tapioka dalam zeolit pelet, ukuran zeolit pelet dan berat kemasan zeolit pelet. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beban 2 kg dan variasi putaran 2000, 2500, 3000 dan 3500 rpm.

1. **Pengujian Penghembusan Udara Bertekanan**

Data hasil pengujian penghembusan udara adalah data perhitungan selisih berat awal zeolit awal sebelum diuji kompresor dengan berat zeolit akhir setelah diuji kompresor. Kemudian data tersebut disajikan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Penghembusan Udara Bertekanan

No.	Jenis Zeolit	Berat Awal, gram	Berat Akhir, gram	Selisih Berat, gram	Persentase Penyusutan, %
1	Granular	7.34	7.16	0.18	2.45
2	Tapioka 2% ukuran 15 mm, 5mm	2.02	1.93	0.09	4.46
3	Tapioka 4% ukuran 15 mm, 5mm	2.07	2.02	0.05	2.42
4	Tapioka 6% ukuran 15 mm, 5mm	1.79	1.73	0.06	3.35
5	Tapioka 8% ukuran 15 mm, 5mm	1.74	1.66	0.08	4.60
6	Tapioka 10% ukuran 15 mm, 5mm	1.66	1.57	0.09	5.42
7	Tapioka 2% ukuran 10 mm, 5mm	2.09	2	0.09	4.31
8	Tapioka 4% ukuran 10 mm, 5mm	1.97	1.92	0.05	2.54
9	Tapioka 6% ukuran 10 mm, 5mm	2.25	2.21	0.04	1.78
10	Tapioka 8% ukuran 10 mm, 5mm	2.07	1.96	0.11	5.31
11	Tapioka 10% ukuran 10 mm, 5mm	1.92	1.83	0.09	4.69

2. **Pengujian Kekerasan *Micro Vickers***

Data hasil Nilai kekerasan adalah data kekerasan berdasarkan nilai yang ditunjukkan pada alat pengujian kemudian nilai kekerasan tiap – tiap sampel

dirata-ratakan yang mana titik pengambilan data pada masing – masing jenis zeolit yaitu 3 (tiga) titik sehingga didapat nilai kekerasan (VHN) rata – rata seperti yang ditunjukkan pada tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Kekerasan *Micro Vickers*

No.	Konsentrasi Zeolit Pelet	Nilai VHN Rata-rata
1	Tapioka 2% ukuran 15 mm, 5mm	3.050
2	Tapioka 4% ukuran 15 mm, 5mm	3.597
3	Tapioka 6% ukuran 15 mm, 5mm	3.722
4	Tapioka 8% ukuran 15 mm, 5mm	2.968
5	Tapioka 10% ukuran 15 mm, 5mm	2.941
6	Tapioka 2% ukuran 10 mm, 5mm	3.085
7	Tapioka 4% ukuran 10 mm, 5mm	3.741
8	Tapioka 6% ukuran 10 mm, 5mm	3.904
9	Tapioka 8% ukuran 10 mm, 5mm	2.947
10	Tapioka 10% ukuran 10 mm, 5mm	2.951

3. Pengujian Prestasi Mesin

Dari data-data yang didapat, salah satu contoh data yang diperoleh adalah pemakaian zeolit pelet 4% dengan diameter 15 mm dan tinggi 5 mm dan putaran 2000 rpm yang diaktivasi fisik pada temperatur 225 ºC dengan waktu pemanasan 2 jam dengan berat 100 gram dihasilkan besar torsi sebesar 6,6 Nm, waktu pemakaian bahan bakar 8 ml yaitu 121,04 detik dan bacaan manometer sebesar 12 mm H_2O (lihat tabel 9.)

Tabel 9. Data Hasil Pengujian Prestasi Mesin Diesel 4 Langkah

Putaran Mesin, rpm	**: 2000**	**Bahan Bakar**	**: Solar**
Aktivasi	**: Fisik**	**Spesific Gravity**	**: 0,84**
Temperatur pemanasan, °C	**: 225**	**Nilai Kalor B. Bakar**	**: 42.000 kJ/kg**
Waktu pemanasan, jam	**: 2**	**Tek. Udara Ruangan**	**: 101325 Pa ≈ 1,013 bar**
Jenis Zeolit Pelet	**: Tapioka 4%**		
Ukuran Zeolit Pelet	**: d = 15mm, t = 5mm**		
Beban, kg	**: 2**		

Sampel	**Tanpa Zeolit**	**Zeolit Granular**	**Zeolit Pelet Tekan**		
Jumlah Zeolit, gr	0	100	25	50	100
a). Temp. Udara lingkungan, °C	26	26	26	26	26
b). Putaran Mesin, rpm	1999.6	2006.2	1989.9	2002.5	1998.3
c). Torsi, Nm	2	2	2	2	2
d). Waktu Pem. Bahan Bakar, dtk	6.4	6.5	6.6	6.6	6.6
e). Laju Pem. Udara, mm$H_2$0	118.05	119.87	119.16	120.04	121.04
f). Temp. Gas Buang, °C	12.2	12.2	12	12	12

Dari data-data hasil pengujian prestasi mesin diesel 4-langkah, maka dapat diperoleh nilai kinerja motor diesel tanpa zeolit dan nilai kinerja motor diesel dengan menggunakan zeolit alami dan zeolit pelet yang sudah diaktivasi, untuk kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 3 sampai persamaan 6 sehingga diperoleh nilai daya engkol dan pemakaian bahan bakar spesifiknya. Hasil perhitungan berdasarkan contoh diatas dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Data Hasil Perhitungan

SAMPEL	Tanpa Zeolit	Zeolit Alami	Zeolit Alami + Perekat Aktivasi 225 ˚C		
Konsentrasi	-	-	4%		
Jumlah Zeolit, gr	0	100	25	50	100
Tap, Nm	6.4064	6.5065	6.6066	6.6066	6.6066
bP, kW	1.3408	1.36625	1.376	1.38471	1.38181
Δ bP, kW	-	0.02544	0.03519	0.04391	0.041
%	-	1.90	2.62	3.27	3.06
mf, kg/jam	0.20493	0.20182	0.20302	0.20153	0.19987
bsfc, kg/kWh	0.15284	0.14772	0.14754	0.14554	0.14464
Δ bsfc, kg/kWh	-	-0.00512	-0.00017	-0.0073	-0.0082
%	-	-3.35	-0.11	-4.78	-5.36

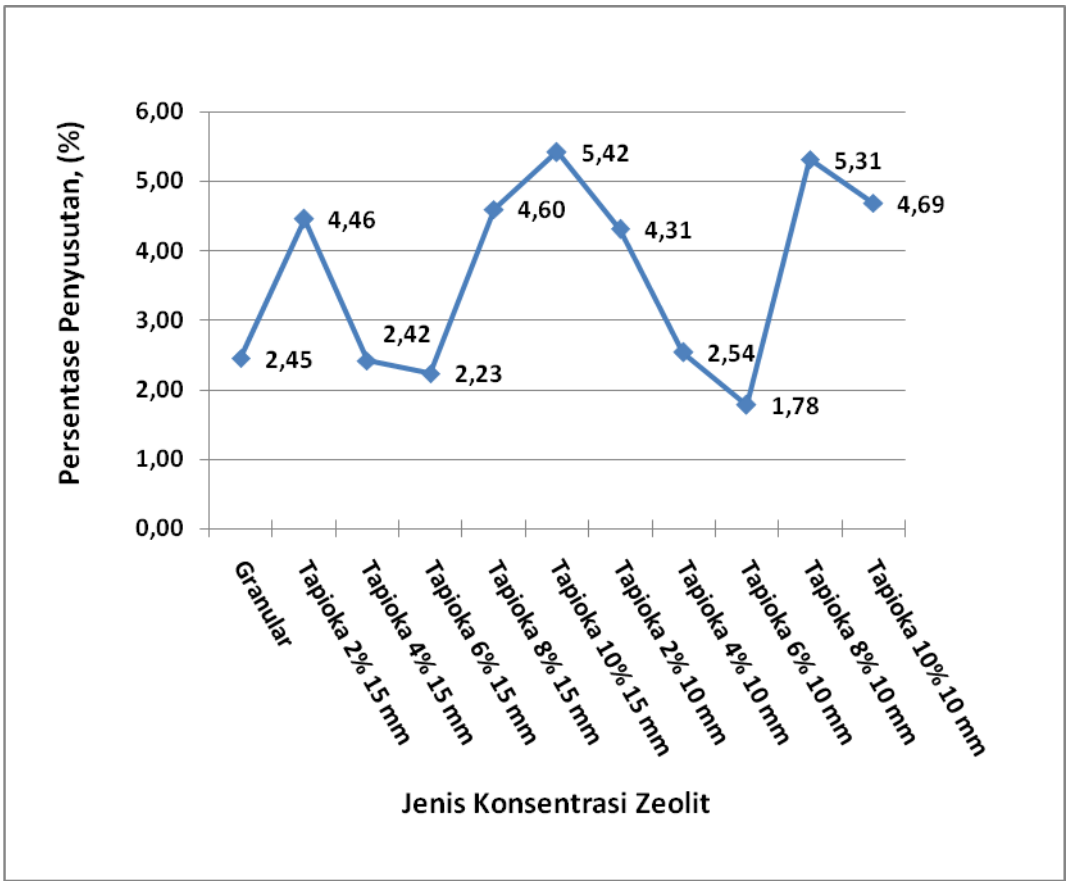
Daya engkol dan konsumsi bahan bakar kemudian dibandingkan berdasarkan variasi konsentrasi, temperatur pemanasan dan berat zeolit. Hasil perhitungan di atas disajikan dalam bentuk grafik. Untuk contoh perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik dan daya engkol dapat dilihat pada lampiran.

B. Pembahasan

Pengaruh dari pemanfaatan zeolit terhadap daya engkol dan konsumsi bahan bakar divariasikan untuk berbagai jenis konsentrasi perekat (%), temperatur pemanasan dan berat zeolit terhadap putaran mesin. Putaran mesin yang digunakan yaitu putaran 2000, 2500, 3000 dan 3500 rpm. Putaran yang paling rendah yang digunakan yaitu 2000 rpm karena kondisi mesin yang tidak stabil (Torsi berubah – ubah) pada putaran yang lebih rendah dari 2000 rpm. Putaran

mesin ini digolongkan menjadi putaran sedang yaitu putaran 2000 dan 2500 rpm sedangkan putaran tinggi yaitu 3000 dan 3500 rpm.

1. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Hembusan Udara Bertekanan

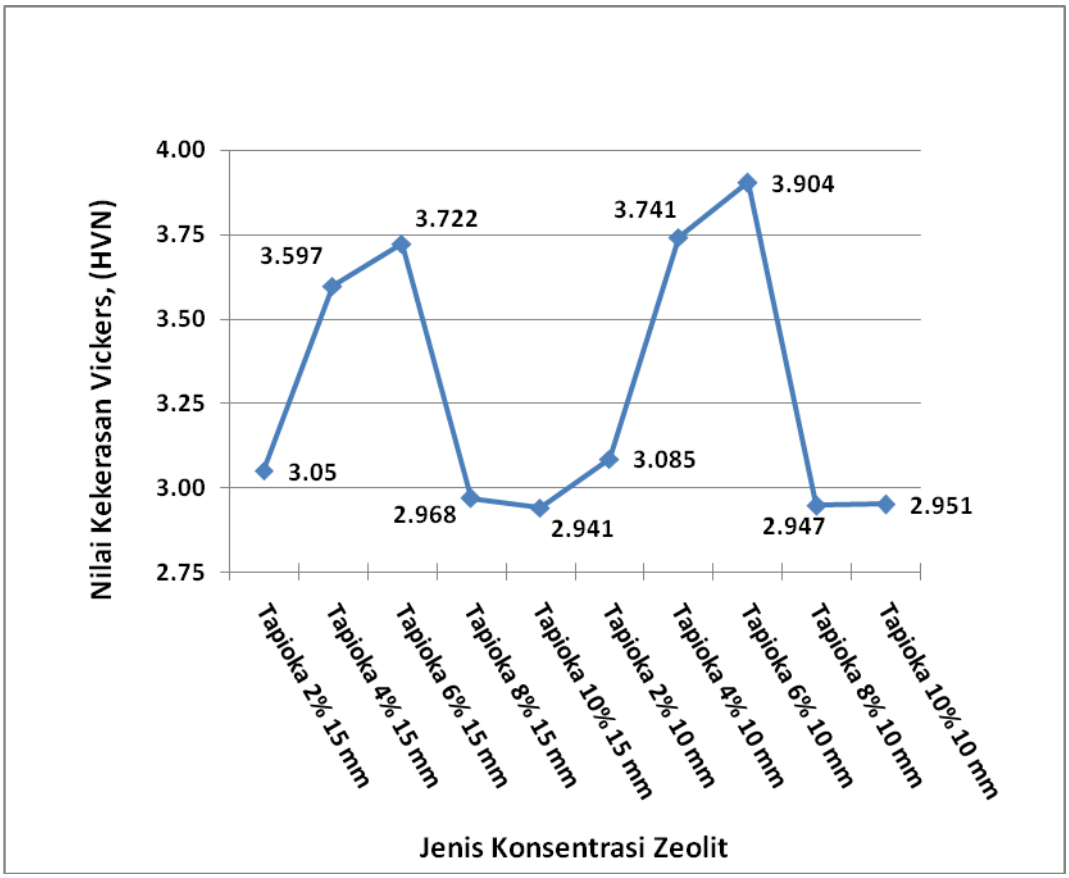


Gambar 24. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Hembusan Udara Bertekanan

Pada Gambar 24 di atas, dapat dilihat bahwa penyusutan terbesar terjadi pada zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran diameter 15 mm yaitu sebesar 5,42%, sedangkan penyusutan terkecil terjadi pada zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 6% yaitu pada zeolit pelet dengan ukuran

diamater 10 mm yaitu dengan penyusutan sebesar 1,78%. Hal ini memperlihatkan bahwa dengan konsentrasi tapioka yang lebih banyak akan menyebabkan zeolit pelet akan mudah mengalami penyusutan yang disebabkan akibat zeolit pelet terlalu basah. Zeoli pelet dengan konsentrasi campuran aquades 90 ml dan konsentrasi tapioka 4% dan 6% merupakan konsentrasi campuran yang dapat dinilai tepat karena memiliki nilai penyusutan yang kecil dibandingkan dengan konsentrasi tapioka 2%, 8% dan 10%.

2. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Nilai Kekerasan Vickers



Gambar 25. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Nilai Kekerasan Vickers

Zeolit pelet ini terbagi menjadi sepuluh jenis yang digunakan sebagai adsorben pada motor diesel yaitu zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dengan variasi ukuran diameter 15 mm dan 10 mm, untuk tiap konsentrasinya. Kesepuluh zeolit pelet yang memiliki konsentrasi zeolit dan ukuran diameter yang berbeda-beda ini diaktivasi dengan temperatur yaitu 225ºC. Untuk mengetahui nilai dari kekerasan zeolit pelet yang telah diaktivasi, dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode pengujian *Micro Vickers* yang dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Metalurgi Lipi Serpong.

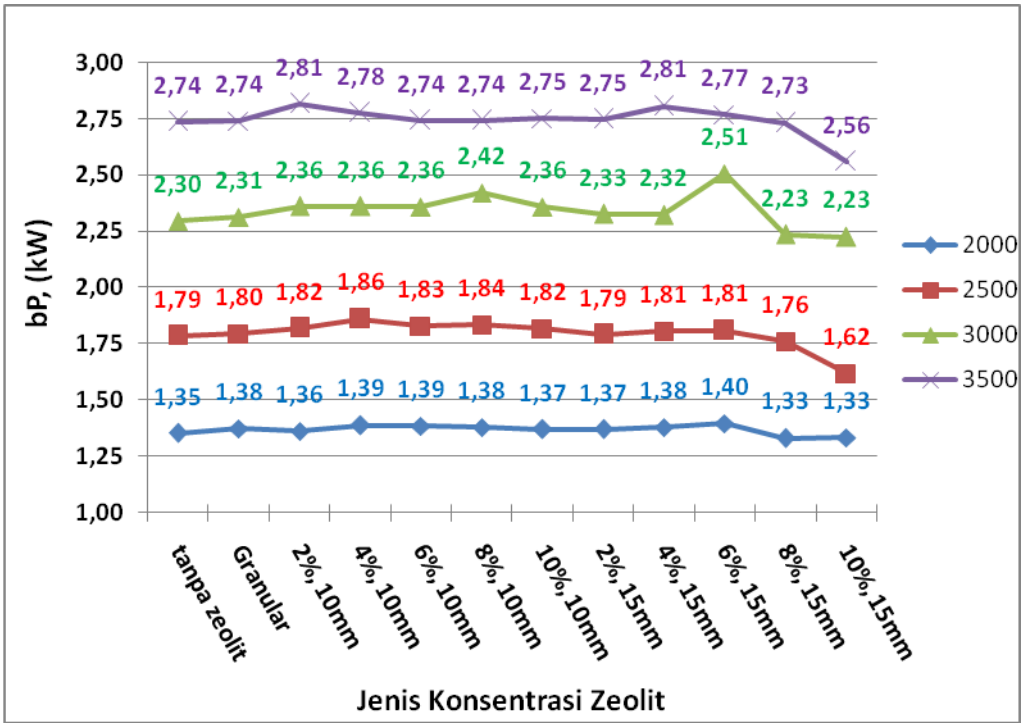
Dari gambar 25, terlihat bahwa nilai kekerasan Vickers rata-rata terbesar terjadi pada zeolit pelet yang memiliki konsentrasi tapioka 6% dalam berbagai ukuran. Nilai rata-rata kekerasan Vickers paling besar adalah sebesar 3,904 VHN yaitu terjadi pada zeolit pelet dengan ukuran diamater 15 mm. Sedangkan nilai kekerasan Vickers rata-rata terkecil terjadi pada zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% dengan berbagai ukuran, dan nilai terkecilnya pada ukuran diameter 15 mm dengan nilai kekerasan Vickers sebesar 2,941 VHN.

3. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Daya Engkol

Konsentrasi zeolit yang digunakan dibedakan dalam lima macam yaitu: tapioka 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Zeolit dengan lima jenis konsentrasi zeolit tersebut dibagi menjadi tiga berat zeolit yang digunakan sebagai adsorben pada motor diesel yaitu 25 gram, 50 gram, dan 100 gram, dengan temperatur

pemanasan yaitu 225˚C. Grafik disajikan dengan membandingkan konsentrasi zeolit dan ukuran zeolit pelet berdasarkan berat dan putaran mesin.

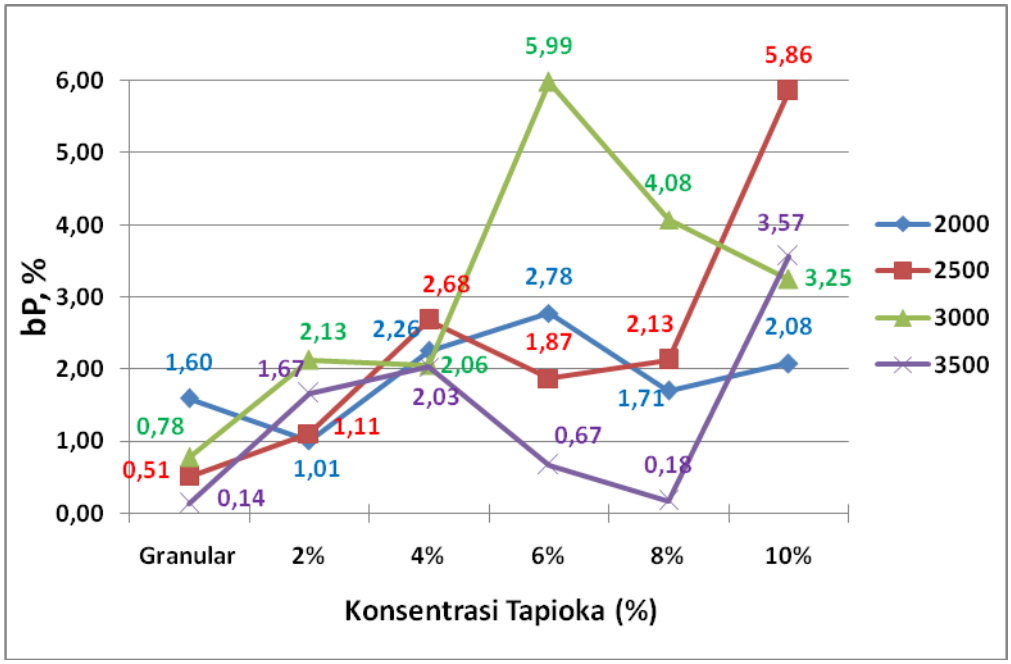
a. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 25 Gram Terhadap Daya Engkol *(bP)*



Gambar 26. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 25 Gram Terhadap Daya Engkol *(bP)*

Dari Gambar 26 dapat dilihat bahwa peningkatan daya engkol yang paling besar untuk berat zeolit 25 gram terjadi pada putaran tinggi yaitu pada putaran 3500 rpm yaitu dengan peningkatan daya engkol sebesar 0,07 kW (2,8%). Peningkatan ini terjadi pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 4 % dan 2% dengan ukuran diameter 15mm dan 10 mm. Sedangkan pada putaran 3000 rpm didapat peningkatan daya engkol maksimum sebesar 0,124 kW (9,18%) dan menggunakan zeolit pelet tekan konsentrasi tapioka 6% dengan ukuran diameter 15 mm. Pada putaran 2500

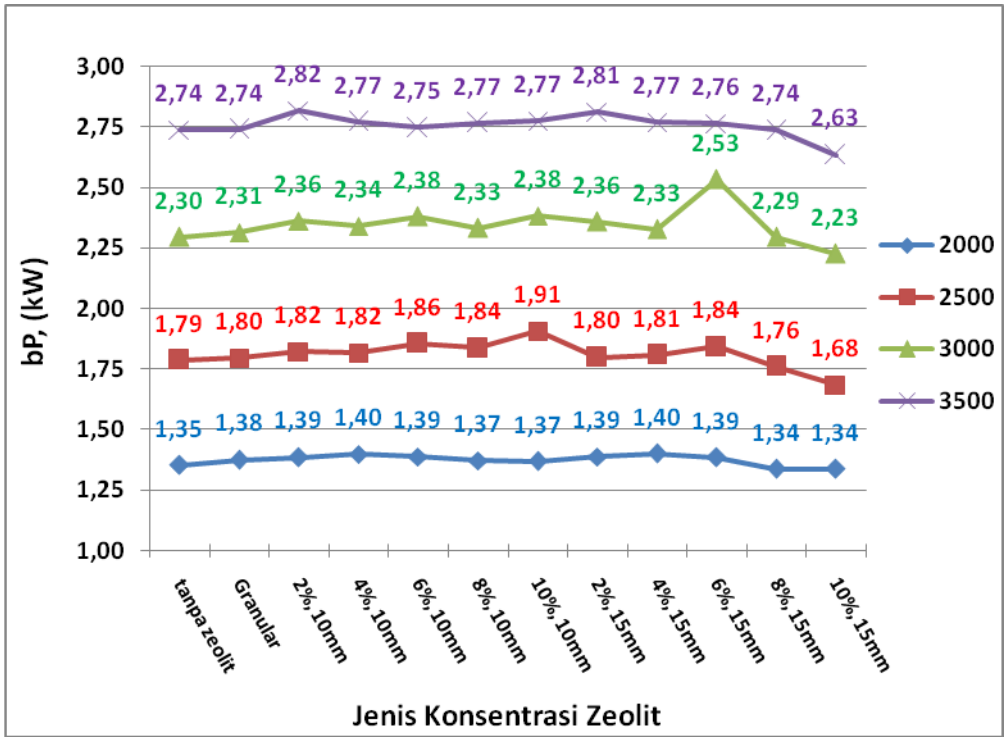
rpm terjadi peningkatan daya engkol terbesar sebesar 0,075 kW (4,22%) dengan menggunakan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 4% dengan ukuran diameter 10 mm, sedangkan penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 6% dengan ukuran diameter 15 mm hanya mampu meningkatkan daya engkol sebesar 0,043 (3,13%) pada putaran mesin 2000 rpm.



Gambar 27. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Pelet 25 Gram Terhadap Persentase Peningkatan Daya Engkol *(bP)*

Pada Gambar 27, terlihat bahwa kenaikan daya engkol rata-rata terbesar jika mengunakan zeolit pelet dengan berat 25 gram terjadi bila menggunakan zeolit pelet tekan konsentrasi tapioka 6% dan terjadi pada putaran mesin 3500 rpm, yaitu mampu meningkatkan daya engkol rata-rata sebesar 5,99%.

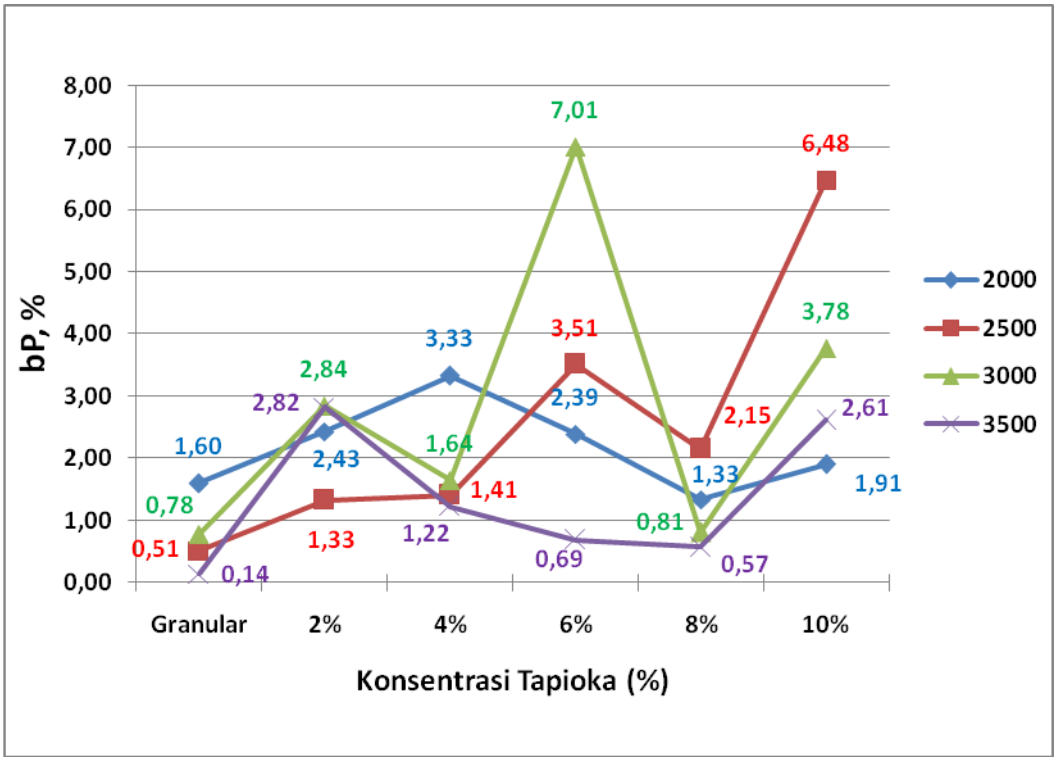
b. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 50 Gram Terhadap Daya Engkol *(bP)*



Gambar 28. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 50 Gram Terhadap Daya Engkol *(bP)*

Pada Gambar 28, dapat dilihat bahwa peningkatan daya engkol yang paling besar untuk berat zeolit 50 gram terjadi pada putaran tinggi yaitu pada putaran 3500 rpm yaitu dengan peningkatan daya engkol sebesar 0,08 kW (2,91%), peningkatan ini terjadi pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 2% dengan ukuran diameter 10 mm. Pada putaran 3000 rpm, penggunaan zeolit pelet tekan konsentrasi tapioka 6% dengan ukuran diameter 15 mm dapat meningkatkan daya engkol sebesar 0,238 kW (10,38%). Sedangkan pada putaran sedang yaitu putaran 2500 rpm dan 2000 rpm, peningkatan daya engkol terbesar masing-masing sebesar 0,121 kW (6,76%) dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% dengan

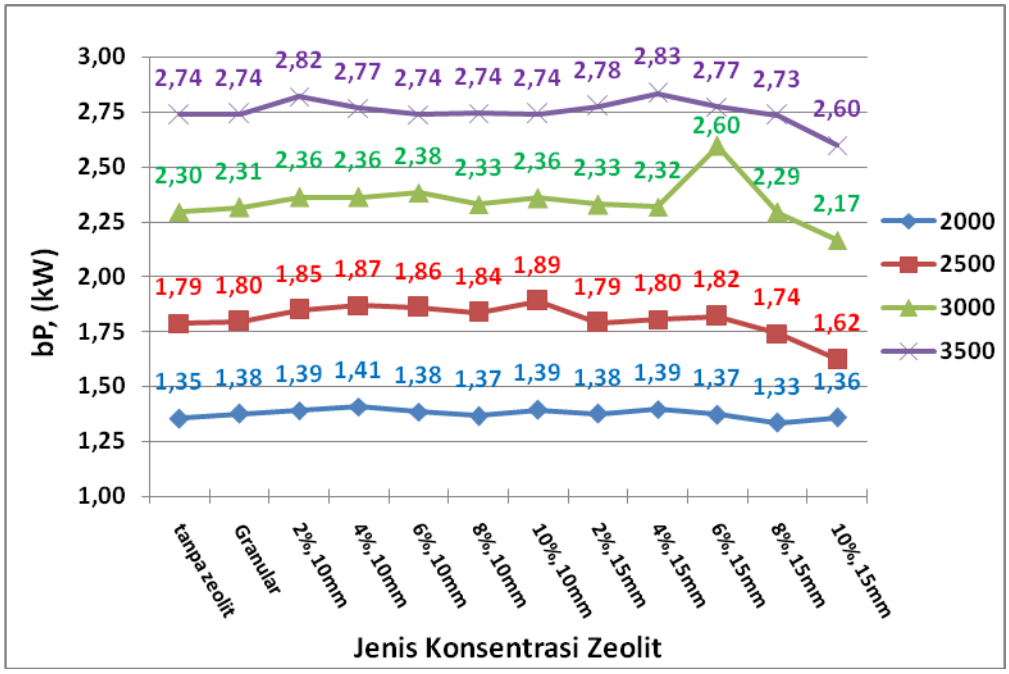
ukuran diameter 10 mm, dan sebesar 0,046 kW (3,39%) dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 4% dengan ukuran diameter 15 mm.



Gambar 29. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Pelet 50 Gram Terhadap Persentase Peningkatan Daya Engkol *(bP)*

Pada Gambar 29, terlihat bahwa penggunaan zeolit pelet 50 gram dengan konsentrasi 6% dapat meningkatkan daya engkol rata-rata paling besar yaitu sebesar 7,01% dan terjadi pada putaran 3000 rpm.

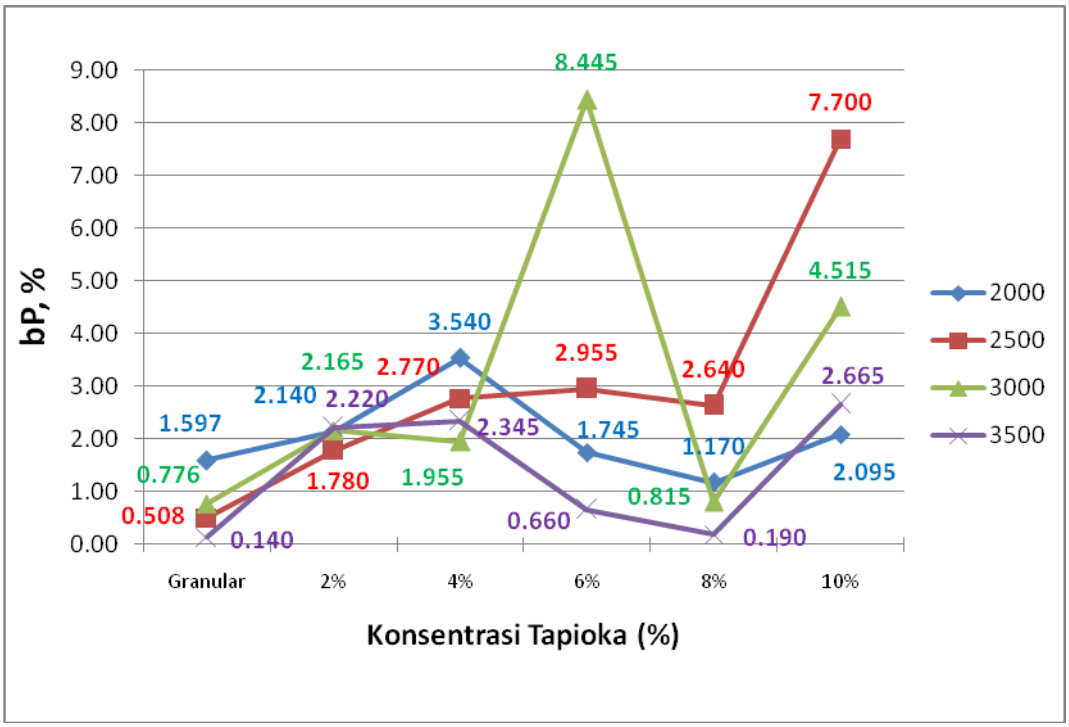
c. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet Tekan 100 Gram Terhadap Daya Engkol *(bP)*



Gambar 30. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet Tekan 100 Gram Terhadap Daya Engkol *(bP)*

Pada Gambar 30, menunjukkan bahwa peningkatan daya engkol yang paling besar untuk berat zeolit 100 gram terjadi pada putaran tinggi yaitu pada putaran 3500 rpm yaitu dengan peningkatan daya engkol sebesar 0,099 kW (3,61%), peningkatan ini terjadi pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 4 % dengan ukuran diameter 15 mm dan pada putaran 3000 rpm didapatkan peningkatan daya engkol terbesar terjadi pada penggunaan zeolit pelet konsentrasi tapioka 6% dengan ukuran diameter 15 mm dengan peningkatan sebesar 0,301 kW (13,1%). Sedangkan pada putaran sedang yaitu putaran 2500 rpm dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% dengan diameter 10 mm dapat meningkatkan daya engkol

maksimum sebesar 0,103 kW (5,76%). Pada putaran 2000 rpm terjadi peningkatan daya engkol terbesar yaitu sebesar 0,055 kW (4,02%) dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 4% dengan ukuran diameter 10 mm.

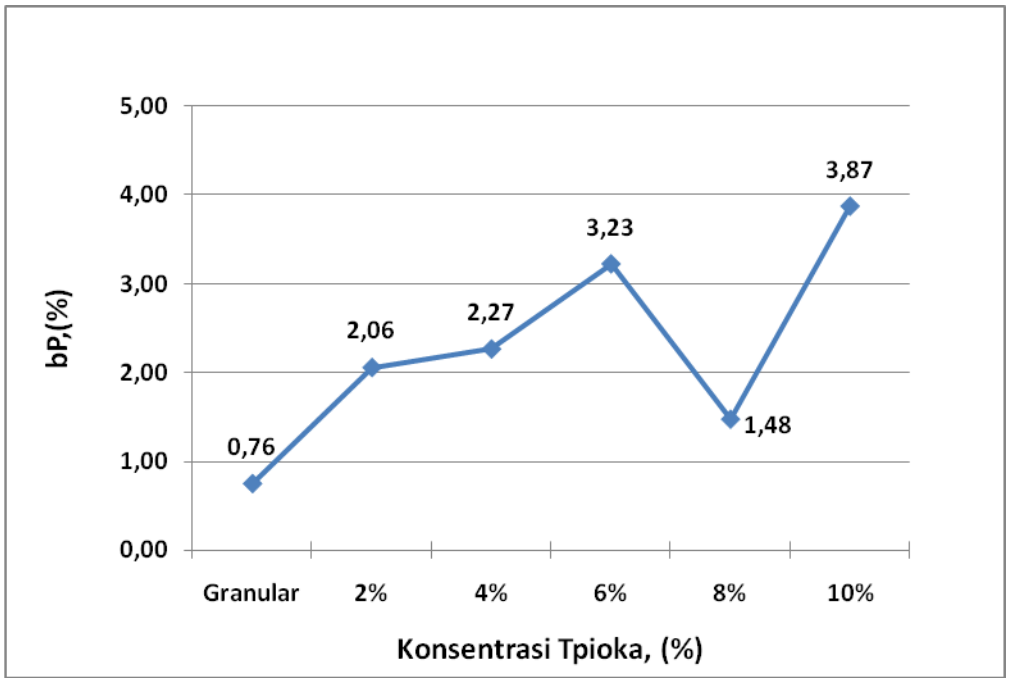


Gambar 31. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Pelet 100 Gram Terhadap Persentase Peningkatan Daya Engkol *(bP)*

Pada Gambar 31, di atas dapat dilihat bahwa penggunaan zeolit pelet dengan berat 100 gram dengan konsentrasi tapioka 6% dapat meningkatkan daya engkol rata-rata paling besar yaitu terjadi pada putaran 3000 rpm dengan peningkatkan daya engkol rata-rata sebesar 8,445%.

Dari ulasan di atas dapat disimpulkan bahwa peningkatan daya engkol terbesar adalah dengan menggunakan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 6% dan berukuran diameter 15 mm terjadi pada putaran mesin 3000 rpm dengan berat zeolit pelet sebesar 100 gram dapat meningkatkan daya engkol

sebesar 0,301 kW (13,1%). Namun secara umum penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% menghasilkan peningkatan daya engkol rata-rata paling besar dari semua variasi putaran mesin dan ukuran zeolit pelet yaitu sebesar 3,87%. Seperti terlihat pada Gambar 32. Terlihat bahwa persentase daya engkol naik seiring dengan banyaknya konsentrasi tapioka, namun terjadi penurunan pada konsentrasi tapioka 8% yang dikarenakan adanya faktor teknis.



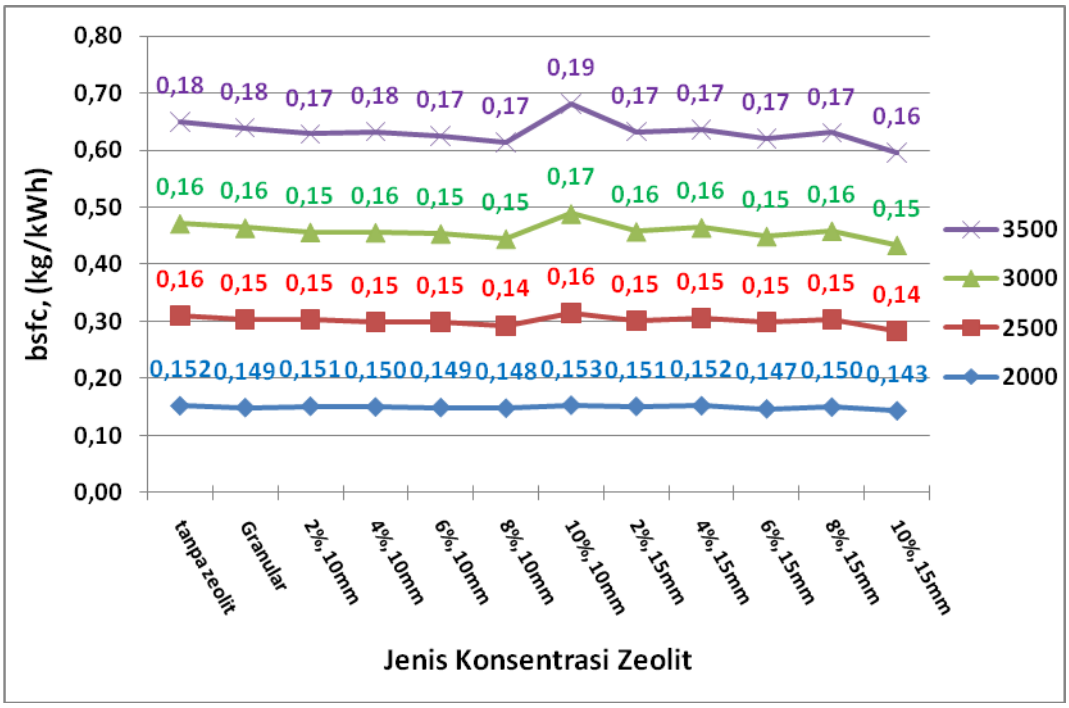
Gambar 32. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Pelet Pada Semua Variasi Putaran Mesin dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Persentase Peningkatan Daya Engkol *(bP)* Rata-Rata

4. **Pengaruh Konsentrasi Zeolit Dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)***

Zeolit pelet dibagi menjadi tiga berat zeolit yang digunakan sebagai adsorben pada motor diesel yaitu 25 gram, 50 gram dan 100 gram. Pengaruh dari

pemanfaatan zeolit pelet ini dibandingkan antara besar persentase penurunan konsumsi bahan bakar spesifik tanpa menggunakan zeolit, menggunakan zeolit granular, dan yang menggunakan zeolit pelet berdasarkan putaran mesin.

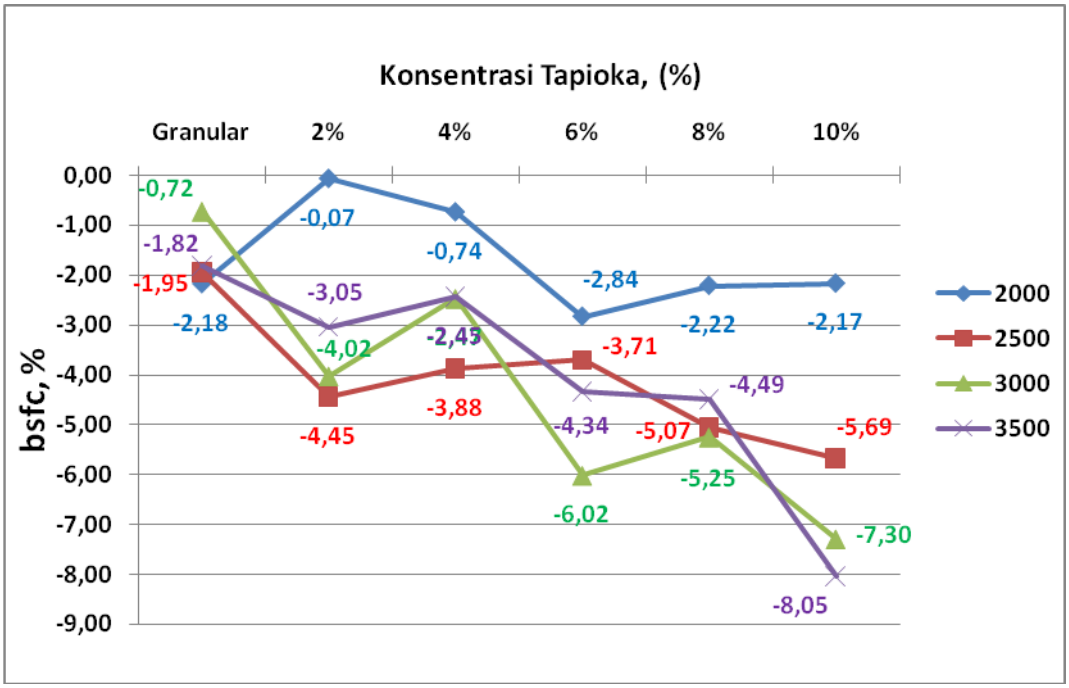
a. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 25 Gram Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*



Gambar 33. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 25 Gram Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*

Dari Gambar 33, terlihat bahwa penurunan konsumsi bahan bakar spesifik terbesar terjadi pada putaran 3500 rpm yaitu pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran diameter 10 mm yaitu sebesar 0,014 kg/kWh (7,99 %). Pada putaran 3000 rpm penurunan konsumsi bahan bakar spesifik yang terjadi sebesar 0,013 kg/kWh (7,86%) dengan menggunakan zeolir pelet konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran

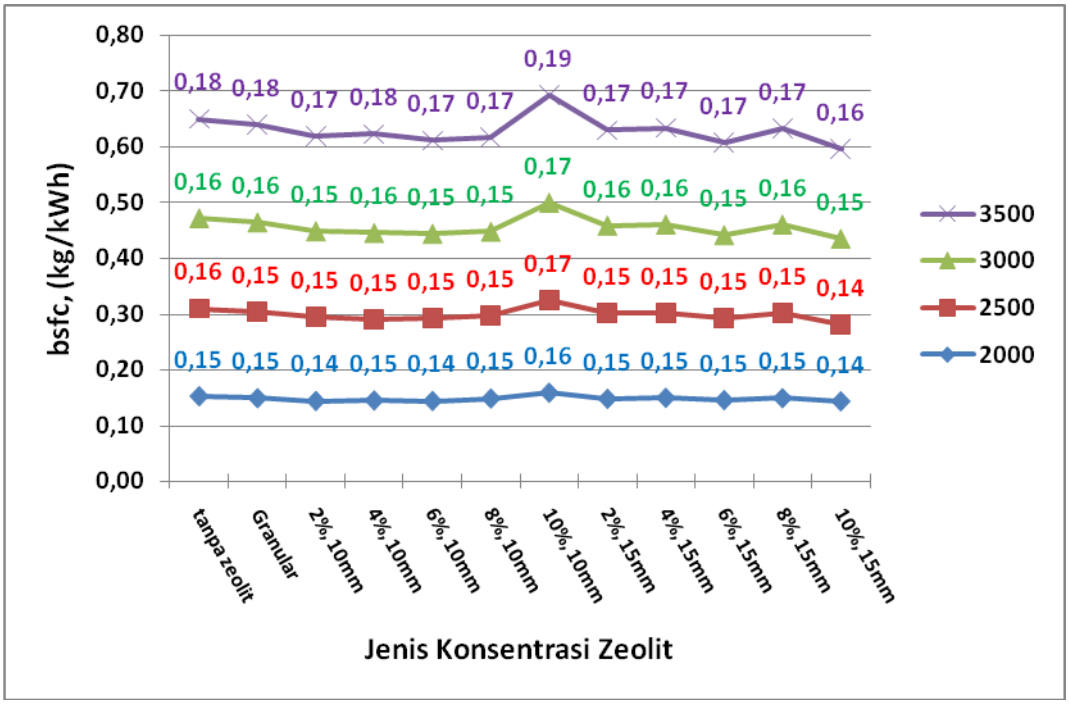
diameter 10 mm. Sedangkan pada putaran sedang yaitu pada putaran 2500 rpm penurunan konsumsi bahan bakar spesifik yang terjadi sebesar 0,004 kg/kWh (2,4%) dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran diameter 10 mm. Dan pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran diameter 10 mm terjadi penurunan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,002 kg/kWh (0,58%).



Gambar 34. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 25 Gram Terhadap Persentase Penurunan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*

Dari Gambar 34, dapat dilihat bahwa penurunan *bsfc* rata-rata terbesar pada zeolit pelet 25 gram dengan konsentrasi tapioka 10%, terjadi pada putaran 3500 rpm sebesar 8,05%.

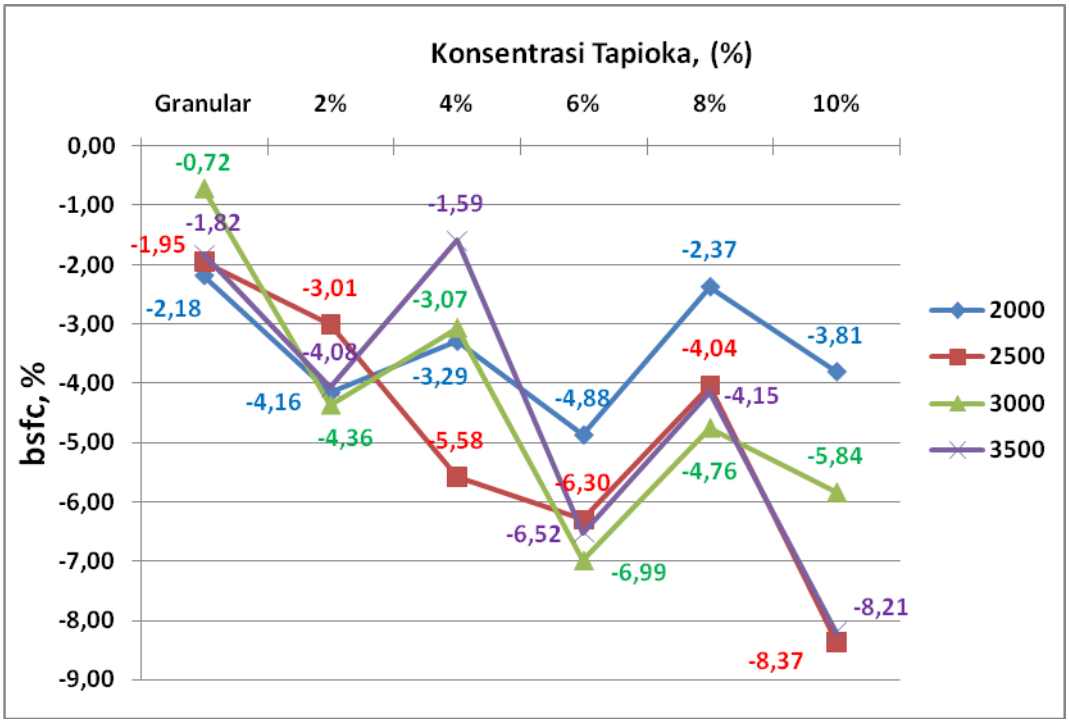
b. Pemanfaatan Zeolit Pelet 50 Gram Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*



Gambar 35. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 50 Gram Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*

Pada Gambar 35, menunjukkan bahwa penurunan konsumsi bahan bakar spesifik terbesar terjadi pada putaran 3500 rpm pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran diameter 10 mm yaitu sebesar 0,015 kg/kWh (8,46%). Pada putaran 3000 rpm penurunan konsumsi bahan bakar spesifik yang terjadi sebesar 0,012 kg/kWh (7,58%) dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% dan ukuran 10 mm, pada putaran 2500 rpm penurunan konsumsi bahan bakar spesifik yang terjadi sebesar 0,009 kg/kWh (5,75%) dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% ukuran diameter 10 mm, sedangkan pada putaran 2000 rpm terjadi penurunan konsumsi bahan bakar spesifik

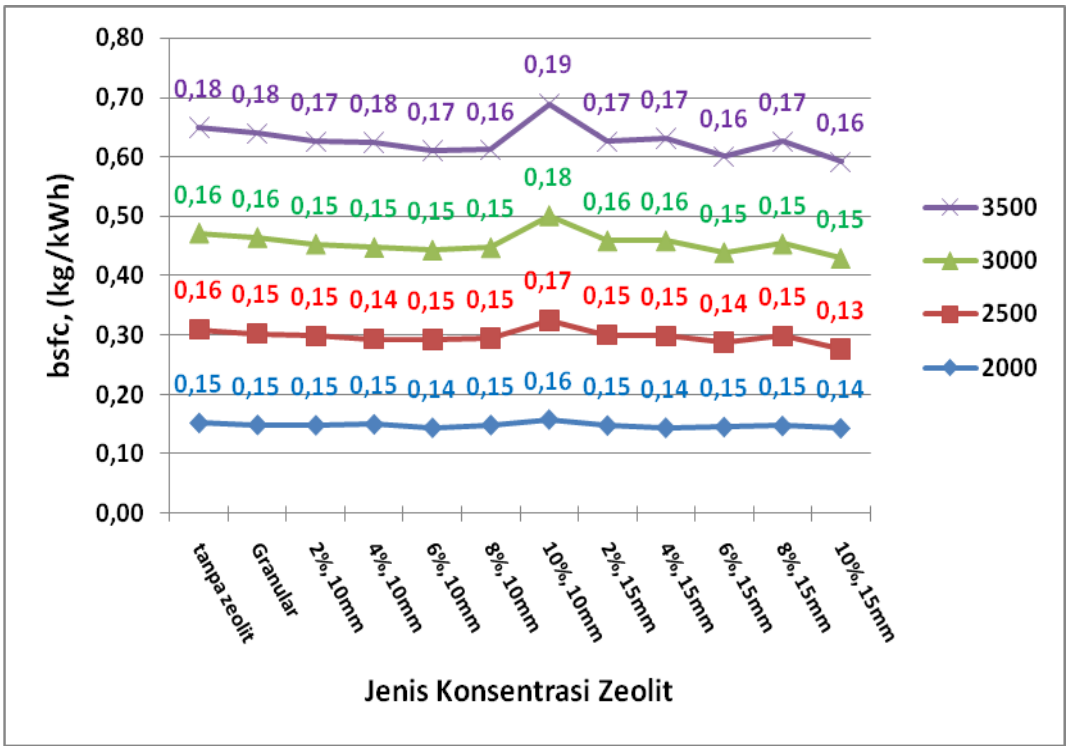
sebesar 0,006 kg/kWh (3,95%) dengan mengunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran 10 mm.



Gambar 36. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 50 Gram Terhadap Persentase Penurunan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*

Pada Gambar 36 di atas, dapat dilihat bahwa penggunaan zeolit pelet dengan berat 50 gram konsentrasi tapioka 10% dapat menghasilkan persentase penurunan konsumsi bahan bakar spesifik *(bsfc)* rata-rata terbesar yaitu sebesar 8,37%, dan terjadi pada putaran 2500 rpm.

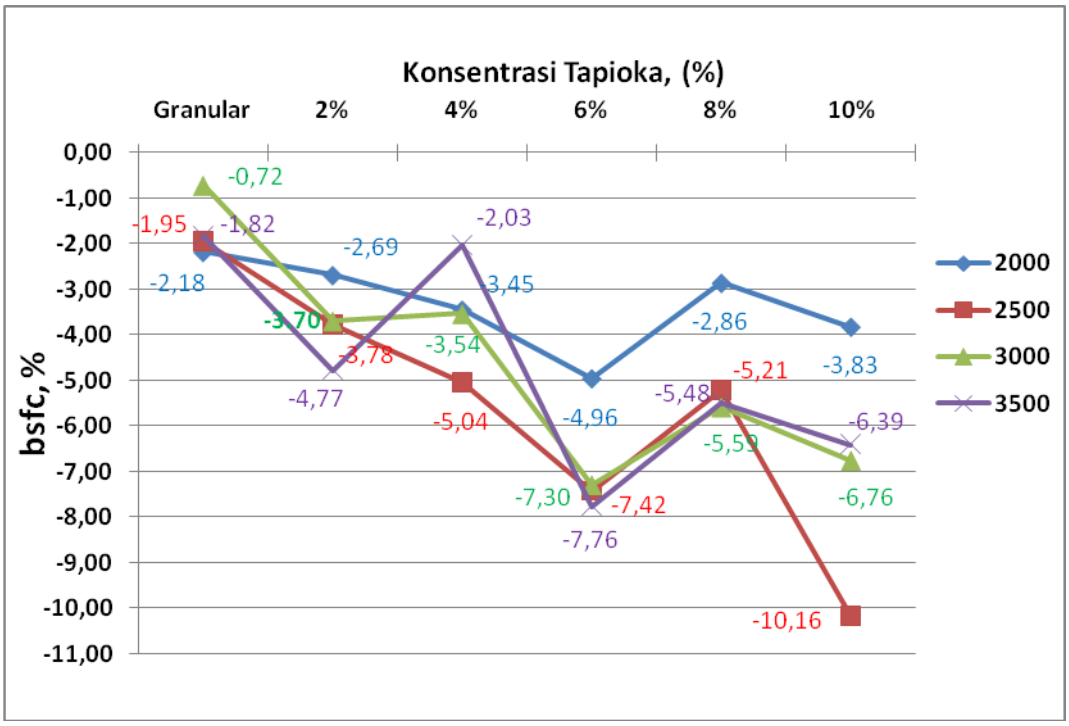
c. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 100 Gram Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*



Gambar 37. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 100 Gram Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*

Pada Gambar 37, terlihat bahwa penurunan konsumsi bahan bakar spesifik terbesar terjadi pada putaran 3500 rpm pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran diameter 10 mm yaitu sebesar 0,011 kg/kWh (5,63 %). Pada putaran 3000 rpm penggunaan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% ukuran diamater 10 mm menghasilkan penurunan konsumsi bahan bakar spesifik yang terjadi sebesar 0,014 kg/kWh (8,26 %), pada putaran 2500 rpm penurunan konsumsi bahan bakar spesifik yang terjadi sebesar 0,013 kg/kWh (6,51 %) dengan menggunakan ukuran zeolit pelet konsentrasi tapioka 10%

dengan ukuran diameter 10 mm, sedangkan pada putaran 2000 rpm terjadi penurunan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,006 kg/kWh (3,8%) dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% dengan ukuran diameter 10 mm.

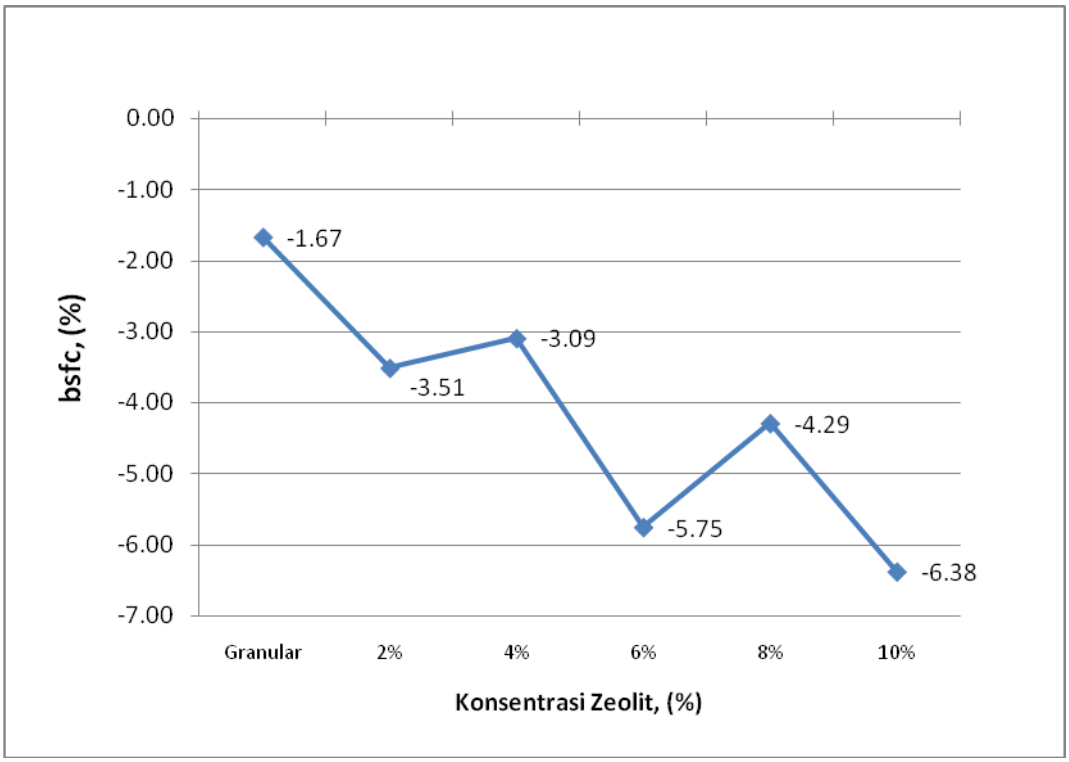


Gambar 38. Pengaruh Pemanfaatan Zeolit Pelet 100 Gram Terhadap Persentase Penurunan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)*

Pada Gambar 38 di atas, dapat dilihat bahwa penurunan konsumsi bahan bakar spesifik *(bsfc)* rata-rata terbesar pada zeolit pelet tekan dengan berat 100 gram terjadi pada putaran 2500 rpm dengan menggunakan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% dengan penurunan rata-rata sebesar 10,16%.

Dari pembahasan tentang konsumsi bahan bakar spesifik *(bsfc)* di atas dapat diketahui bahwa pengunaan zeolit pelet dapat menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik *(bsfc).* Pengunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% ukuran diameter 10 mm dengan berat 100 gram mampu

menghasilkan penurunan *bsfc* terbesar yaitu sebesar 0,024 kg/kWh (13,81%) dan terjadi pada putaran 2500 rpm. Namun secara umum penggunaan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10% mampu menghasilkan penurunan bsfc rata-rata sampai dengan 6,38% untuk setiap kemasan berat 25 gram, 50 gram, dan 100 gram, seperti ditunjukan pada Gambar 39 berikut.



Gambar 39. Pengaruh Konsentrasi Zeolit Pelet Pada Semua Variasi Putaran Mesin dan Ukuran Zeolit Pelet Terhadap Persentase Penurunan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik *(bsfc)* Rata-Rata

Dari keseluruhan data yang telah diperoleh melalui pengamatan dan diolah melalui perhitungan dan ditampilkan dalam grafik, maka dapat dilihat bahwa peningkatan daya engkol *(bP)* yang terbesar diperoleh pada penggunaan zeolit pelet konsentrasi tapioka 6% dengan diameter 15 mm, berat 100 gr yang terjadi pada putaran mesin tinggi yaitu 3500 rpm.

Peningkatan daya engkol *(bp)* dapat mencapai 0,301 kW (13,1%). Sedangkan untuk penurunan kosumsi bahan bakar spesifik *(bsfc)* yang terbesar diperoleh pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 10% dengan diameter 15 mm, berat 100 gr, dengan nilai penurunan konsumsi bahan bakar spesifik *(bsfc)* sebesar 0,024 kg/kWh (13,81%) terjadi pada putaran mesin sedang yaitu 2500 rpm.

Penggunaan zeolit pelet konsentrasi tapioka 6%, diameter 15 mm dan 10 mm secara rata-rata total dapat meningkatkan nilai daya engkol untuk setiap kemasannya (25, 50 dan 100 gr) yang terjadi pada putaran mesin tinggi, yaitu 3000 rpm.

Begitupun halnya dengan penggunaan zeolit pelet konsentrasi tapioka 10%, diameter 10 mm secara rata-rata total tampak mendominasi dalam penurunan nilai konsumsi bahan bakar spesifik *(bsfc)* untuk setiap kemasan pada putaran mesin sedang yaitu 2500 rpm.

Secara teoritis seharusnya zeolit pelet dengan geometri yang lebih besar akan mampu menghasilkan peningkatan daya engkol dan penurunan konsumsi bahan bakar yang lebih baik. Hal ini dikarenakan pada zeolit pelet dengan geometri yang lebih besar akan memiliki luas permukaan yang lebih besar yang dapat digunakan sebagai absorben dan diharapkan nitrogen yang terserap akan lebih banyak bila dibandingkan dengan zeolit pelet dengan geometri yang lebih kecil. Hal ini dapat terbukti jika dilihat dari data yang telah diperoleh, dimana peningkatan daya engkol (*bp*) dan penurunan konsumsi bahan bakar spesifik (*bsfc*) yang terbesar adalah

zeolit pelet dengan diameter 15 mm yaitu zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 6% dan 10%. Sedangkan nilai peningkatan daya engkol (*bp*) dan penurunan konsumsi bahan bakar spesifik (*bsfc*) terbesar yang mampu diperoleh pada penggunaan zeolit pelet diameter 10 mm dengan konsentrasi tapioka 10% adalah 0,021 kW (6,76%) kemasan 50 gr pada putaran mesin 2500 rpm dan 0,015 kWh (8,46 %) kemasan 50 gr pada putaran mesin 3500 rpm.

Secara keseluruhan, penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka dan aquades terhadap peningkatan daya engkol dan penurunan konsumsi bahan bakar spesifik untuk variasi geometri, putaran mesin dan kemasan diperoleh hasil yang baik, namun untuk nilai peningkatan daya engkol terjadi peningkatan yang fluktuatif dari beberapa jenis zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka yang digunakan. Walaupun penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 6% cukup mendominasi dari beberapa perolehan nilai peningkatan daya engkol tertinggi di setiap kemasan namun dapat juga dilihat bahwa untuk zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 4% dan 10% juga dapat meraih hasil yang hampir serupa. Begitupun data yang diperoleh pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi 8%, yang menyebabkan kurva pada grafik peningkatan daya engkol (Gambar 29) dan grafik penurunan konsumsi bahan bakar (Gambar 36) menjadi terlihat ekstrim. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya karena keadaan motor diesel yang diuji tidak stabil. Pada saat mengambil data pengujian, motor diesel dan dinamometer mengalami kerusakan. Motor diesel sempat mengalami kerusakan sebelum

penggambilan data pada penggunaan zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 8%. Kerusakan pada mesin mengakibatkan penggantian ring piston yang mengalami keausan, sehingga keadaan standarnya berubah dari sebelumnya, sedangkan dinamometer juga sempat mengalami kebocoran *seal* sehingga dapat menyebabkan pembacaan torsi yang tidak stabil. Perubahan ini yang menyebabkan data yang diperoleh pada penggunaan zeolit pelet konsentrasi 8% menjadi lebih rendah jika dibandingkan dengan data sebelumnya.

Peningkatan daya engkol dan penurunan konsumsi bahan bakar spesifik oleh zeolit pelet konsentrasi 6% dan 10% dalam penelitian ini juga dapat ditingkatkan lagi. Dengan cara mengusahakan temperatur udara lingkungan tidak rendah dan lembab. Usaha menjaga temperatur tidak lembab agar udara yang mengandung sedikit uap air saja yang diadsorpsi oleh zeolit pelet tekan. Pada saat mengambil data pengujian prestasi mesin motor diesel ini, keadaan udara ruangan sangat lembab, hal itu dapat terlihat dari data temperatur ruangan yang berkisar 25°C dan 26°C. Seperti diketahui bahwa dalam keadaan udara yang lembab mengandung lebih banyak uap air sehingga penyerapan nitrogen dalam udara menjadi lebih sedikit karena zeolit lebih banyak menyerap uap air. Banyaknya uap air yang tertangkap oleh pori-pori zeolit dapat mengurangi kemampuan zeolit pelet sebagai *absorber* dalam meningkatkan prestasi motor diesel 4-langkah.

5. Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Daya Engkol Dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Berdasarkan data di atas, walaupun tidak terlalu signifikan namun dapat dilihat bahwa pemanfaatan zeolit pelet secara umum mampu meningkatkan prestasi dari motor diesel walaupun dengan nilai peningkatan daya engkol dan penurunan pemakaian bahan bakar spesifik. Peningkatan rata–rata daya engkol (*bP*) paling besar dan penurunan pemakaian bahan bakar spesifik rata-rata (*bsfc)* terbesar terjadi pada putaran tinggi yaitu 3500 rpm untuk kelima jenis berat kemasan zeolit pelet tekan. Hal ini terjadi karena pada putaran mesin tinggi dengan kecepatan aliran udara yang relatif tinggi menyebabkan udara yang mengalir melalui zeolit pelet berkontak lebih banyak dengan zeolit dan menyaring udara dengan lebih maksimal sehingga kadar nitrogen dan uap air dapat lebih banyak terserap oleh zeolit.

6. Pengaruh Nilai Kekerasan Vickers Zeolit Pelet Terhadap Daya Engkol Dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Bila ditinjau dari nilai kekerasan, zeolit pelet dengan konsentrasi tapioka 6% memiliki nilai kekerasan yang paling baik yaitu 3,907 VHN. Semakin banyak jumlah perekat yang digunakan maka semakin besar pula nilai kekerasannya. Jumlah perekat yang lebih banyak akan mengakibatkan ikatan antar tepung zeolit semakin tinggi sehingga zeolit pelet tersebut lebih keras. Namun yang terjadi pada konsentrasi tapioka 8% dan 10% tidaklah demikian, terjadi penurunan nilai setelah konsentrasi tapioka 6%. Hal ini disebabkan karena jumlah penggunaan aquades yang selalu konstan yang digunakan

untuk setiap konsentrasi yaitu sebanyak 90 ml. Sehingga pada campuran antara zeolit, tapioka 8% dan 10% tampak basah. Adonan yang basah mengakibatkan zeolit pelet yang dihasilkan terlalu banyak kandungan air dan lembab. Hal ini juga mengakibatkan terdapat kesulitan dalam proses pencetakan zeolit pelet karena adonan lengket. Dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan zeolit pelet yang memiliki nilai kekerasan yang tinggi adalah dengan menggunakan komposisi konsentrasi zeolit sebanyak 94% dan konsentrasi tapioka sebanyak 6% dengan aquades sebanyak 90 ml untuk jumlah total adonan sebanyak 300gr.