

## SUBMISSION 33

# Pemanfaatan Tetes Tebu untuk Pembuatan Bioetanol sebagai Campuran Bahan Bakar Sepeda Motor 125 cc

I Gede Eka Lesmana, Rovida Camalia H, Antonius Rizki A. Sulistyio  
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Cadangan energi fosil semakin hari semakin berkurang, sedangkan kebutuhan BBM terus meningkat. Untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar yang terbarukan nantinya, dapat dikembangkan bahan bakar alternatif, salah satunya adalah gasohol. Oleh karena itu pengembangan dan penelitian tentang bioetanol yang merupakan bahan campuran gasohol sangat diperlukan. Bioetanol yang diproduksi dari bahan dasar yang mengandung glukosa, yaitu limbah tetes tebu (molases). Produksi bioetanol dengan menggunakan metode fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, metode destilasi untuk memisahkan air dan alkohol hingga menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol yang diinginkan. Kemudian dari hasil produksi bioetanol dilakukan penelitian pada sepeda motor Yamaha Fino 125 cc dengan bahan bakar Pertalite dan campuran bioetanol E5, E15 dan E25. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, penelitian dilakukan diatas *chasis dynamometer*. Dimana dari hasil penelitian diharapkan dapat diketahui torsi dan daya mesin. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan bioetanol menghasilkan kenaikan torsi dan daya pada sepeda motor hal ini terbukti dengan Torsi tertinggi dicapai campuran bahan bakar E25 dengan 8.76 Nm pada putaran 6000 rpm dan daya mesin sebesar 6.33 kW pada putaran 8000 rpm.

**Kata kunci**—*bioetanol; saccharomyces cerevisiae; tetes tebu; uji kerja mesin*

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan Rencana Induk Penelitian Universitas Pancasila yang mengacu pada Rencana Strategis Universitas Pancasila berisikan rencana penelitian unggulan untuk mendukung agenda riset nasional. Penelitian unggulan tersebut meliputi pengembangan teknologi obat-obatan berbahan alami, pengembangan energi baru dan terbarukan dan pengembangan teknologi transportasi *city car* yang efisien dan ramah lingkungan. Pada kesempatan ini, penelitian yang akan dilakukan adalah mengenai pengembangan energi baru dan terbarukan dengan topik riset yang diambil adalah bioetanol.

Sesuai buku putih penelitian, pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi bidang sumber energi baru dan terbarukan untuk mendukung keamanan ketersediaan energi tahun 2025 Kemenristek [1] pemanfaatan bioetanol merupakan bagian dari 5% target pembangunan, peran energi lainnya seperti energi batu bara, gas alam, minyak bumi, nuklir dan panas bumi yang akan habis sehingga penyediaan energi keterbauran nasional perlu dipertimbangkan untuk dapat dikembangkan. Kebijakan ini sangat beralasan mengingat bahan baku untuk pembuatan bioethanol di Indonesia yang besar dan jumlah pemanfaatan bioetanol yang masih sangat terbatas. Disebutkan di dalam *road map* pengembangan bioetanol tahap ketiganya, antara tahun 2016 – 2025, penggunaan gasohol sudah harus dilakukan untuk transportasi umum di seluruh wilayah Indonesia.

Langkah ini tentu membutuhkan dukungan kegiatan dan sarana penelitian yang memadai. Berbagai penelitian produksi bioetanol telah dilakukan, Hargono dkk [2] yang membahas tentang pembuatan bioetanol grade bahan bakar dari bahan baku umbi gadung melalui proses fermentasi dan distilasi-dehidrasi, Fenty Nurtyastuti Eka Pertiwi dkk [3] yang membahas tentang produksi etanol dari tetes tebu oleh *Saccharomyces cerevisiae* pembentuk flok (NRRL – Y 256), Siti Lusi Arum Sari dkk [4] yang membahas tentang produksi bioetanol dari jerami padi (*Oryza sativa*) melalui hidrolisis asam dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*, dan N. Nurhayati dkk [5] yang membahas tentang produksi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3210 pada media molases dengan kecepatan agitasi dan aerasi yang berbeda.

Penelitian yang membahas tentang analisa campuran bahan bakar dan bioetanol juga telah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh Devanda Bayu Prasetyo dkk [6] yang membahas tentang

pemakaian gasohol sebagai bahan bakar pada kendaraan bermotor, Ruri Octaviani, dkk [7] yang membahas tentang pengaruh penambahan bioetanol terhadap konsentrasi emisi gas buang HC, CO dan CO<sub>2</sub> pada motor 2 langkah.

Untuk memfokuskan pembahasan pada penelitian ini maka ruang lingkup pembahasannya adalah sebagai berikut :

1. Produksi bioetanol dari tetes tebu dengan metode fermentasi dengan ragi *saccharomyces cerevisiae* dan metode destilasi.
2. Kendaraan yang digunakan pada pengujian adalah Yamaha Fino 125 cc.
3. Campuran bahan bakar yang digunakan adalah 5% bioetanol dan Peralite, 15% bioetanol dan Peralite serta 25% bioetanol dan Peralite.
4. Pengujian dilakukan pada *chasis dynamometer*.

Adapun tujuan yang ingin didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui cara pembuatan/produksi bioetanol.
2. Mengetahui pengaruh campuran bahan bakar peralite dan bioetanol terhadap daya dan torsi sepeda motor

## 2. METODE PENELITIAN

### a. Produksi bioetanol

#### Bahan

Ragi *Saccharomyces cerevisiae*, tetes tebu (molases), air.

#### Alat

Tabung erlenmeyer 1000 ml & 250 ml, sumbat karet, selang silikon, pemanas, labu destilasi, kondensor leibig, gelas ukur, selang karet, dasar statif, batang statif, termometer, corong gelas.

#### Persiapan Tetes Tebu

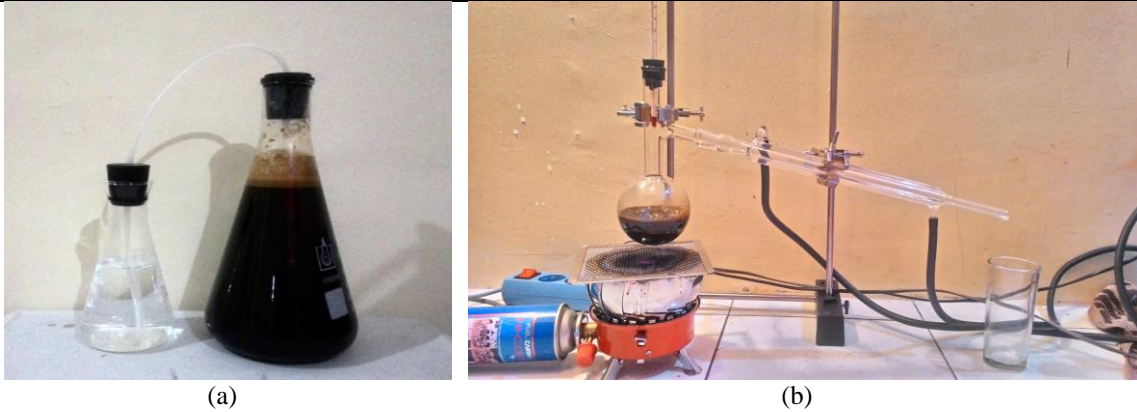
Tetes tebu diencerkan dengan penambahan air yang bertujuan untuk menurunkan kandungan gula dalam tetes tebu menjadi 15% kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama 5 menit guna mempercepat pelarutan gula dalam air.

#### Proses Fermentasi

Dalam tabung erlenmeyer 1 liter terdapat 15% larutan tetes tebu dan 85% air lalu ditambahkan ragi sebanyak 22 gram. Pada tabung erlenmeyer 250 ml diisi dengan air. Untuk menjaga proses fermentasi dalam keadaan anaerob tabung ditutup dengan sumbat karet. Pada erlenmeyer 1 liter, selang tidak ditenggelamkan pada larutan sedangkan pada erlenmeyer 250 ml selang ditenggelamkan. Rangkaian fermentasi seperti terlihat pada Gambar 1 (a). Indikator bahwa proses fermentasi berlangsung adalah adanya gelembung udara CO<sub>2</sub> yang keluar pada erlenmeyer 250ml. Apabila sudah tidak keluar gelembung udara, maka proses fermentasi telah selesai.

#### Proses Destilasi

Metode destilasi dilakukan untuk memisahkan air dengan alkohol yang telah terbentuk pada proses fermentasi. Proses destilasi dapat dilakukan berkali-kali sampai dengan mendapat kadar alkohol yang diinginkan. Prinsip kerja destilasi adalah perbedaan titik didih antara air dan alkohol. Titik didih air adalah 100°C dan titik didih alkohol adalah 78°C. Dengan menjaga suhu pemanasan berkisar 78°C maka yang menguap adalah alkohol. Alkohol yang menguap selanjutnya didinginkan pada pipa kondensor sehingga didapatkan alkohol yang telah dimurnikan. Rangkaian destilasi seperti terlihat pada Gambar 1 (b).



Gambar 1 : (a) Rangkaian fermentasi; (b) Rangkaian destilasi

## b. Pengujian pada Kendaraan

### Tempat Pengujian

Pengujian mesin dilakukan di Bengkel Bintang Racing Team Sentul, Bogor.

### Variabel Penelitian

Variabel bebas atau variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat dalam penelitian ini adalah bahan bakar E0 (pertalite murni), bahan bakar E5 (campuran bahan bakar 5% bioetanol dan 95% pertalite), bahan bakar E15 (campuran bahan bakar 15% bioetanol dan 85% pertalite dan bahan bakar E25 (campuran 25% bioetanol dan 75% pertalite).

Sedangkan variabel kontrol atau variable yang dikendalikan dalam penelitian ini adalah Yamaha Fino 125 cc, range putaran dari 5000 rpm – 9500 rpm dan pengujian dilakukan dengan beban penuh (*full open throttle valve*).

Untuk variabel terikat pada penelitian ini meliputi torsi dan daya mesin

## c. Prosedur Penelitian

1) *Pengujian Kinerja Mesin* : Hal pertama yang dilakukan sebelum dilakukan pengujian adalah persiapan terhadap bahan bakar yang telah dicampur sesuai dengan variabel bebas yang telah ditentukan. Setelah itu persiapan pada sepeda motor yaitu melepas *cover body* sepeda motor bagian tengah supaya mempermudah proses pendinginan mesin. Tahap selanjutnya menaikkan sepeda motor pada *chasis dynamometer* dan ikat dengan tali pengikat.

Siapkan peralatan pendukung seperti, *blower* pendingin, sensor putaran mesin. Setelah itu hidupkan *software dynojet chasis dynamometer* lalu masukkan data sepeda motor pada *software* tersebut lalu pilih range putaran mesin disesuaikan dengan variable kontrol yang telah ditentukan.



Gambar 2 : (a) Pengikatan sepeda motor pada *chasis dynamometer* ; (b) Pemasangan sensor

- 2) *Pengujian torsi dan daya mesin* : pada tahap ini mesin kendaraan dihidupkan hingga suhu 80°C diikuti dengan menghidupkan *blower* pendingin. Buka *throttle valve* hingga putaran mesin 5000 rpm lalu tekan tombol *switch* untuk melakukan perekaman data. Lakukan akselerasi dari 5000 rpm sampai dengan didapatkan putaran maksimal 9500 rpm. Setelah selesai tekan tombol *switch* untuk mengakhiri perekaman data. Lalu menurunkan putaran mesin hingga idle. Lakukan penyimpanan data dan mencetak hasil pengujian. Lakukan percobaan tersebut berulang sebanyak 5 kali pengulangan pada masing-masing variabel bebas yang telah ditentukan.



Gambar 3 : Pengujian sepeda motor pada *chasis dynamometer*

- 3) *Akhir pengujian* : biarkan mesin pada putaran *idle*, lalu matikan *blower* pendingin, *chasis dynamometer* dan yang terakhir matikan mesin kendaraan.

#### d. Analisis Data

Analisis data dapat dilakukan dengan metode deskriptif, yaitu dengan mendeskripsikan atau menggambarkan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai data/hasil yang diperoleh selama pengujian. Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan kedalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya dijelaskan dengan kalimat sederhana sehingga mudah dipahami untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang diteliti.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### a. Hasil Produksi Bioetanol

Proses fermentasi berlangsung selama 14 hari (2 minggu) hal ini ditandai dengan berhentinya gelembung udara (gas CO<sub>2</sub>) yang keluar. Setelah itu dilanjutkan proses pemurnian alkohol dengan metode destilasi. Proses pemurnian tersebut berlangsung beberapa kali hingga didapatkan kadar alkohol 90%. Hasil pemurnian alkohol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kondisi bahan baku, lama dan suhu pemanasan pada proses Destilasi

Tahap Destilasi	Bahan Olah		Suhu Tangki penguapan (°C)	Lama Pemanasan (jam)	Destilasi	
	Volume (ml)	Kadar Etanol (%)			Volume (ml)	Kadar etanol (%)
1	1000	0	95	3	800	15
2	800	15	92-95	4	650	35
3	650	35	87-92	5	500	48
4	500	48	85-87	5	400	60
5	400	60	82-85	5	220	78
6	220	78	78-82	6	110	89

Pengujian tersebut didasarkan pada tiap 1000 ml larutan yang telah difermentasi. Dari 1000 ml tersebut dihasilkan kadar etanol 89% dari 6 tahapan proses destilasi.

*a. Hasil pengujian pada sepeda motor*

Hasil pengujian performa mesin dari campuran bahan bakar Pertalite dan bioetanol tetes tebu dengan menggunakan sepeda motor Yamaha Fino 125 cc yang meliputi torsi dan daya mesin adalah sebagai berikut :

*1) Hasil pengujian daya mesin*

Tabel 2 Hasil pengujian daya mesin

Putaran (rpm)	Daya (kW)			
	E0	E5	E15	E25
5000	3.95	4.07	4.20	3.61
5500	4.82	4.67	4.65	4.51
6000	5.12	5.15	5.27	5.28
6500	5.49	5.52	5.63	5.67
7000	5.72	5.81	5.86	5.91
7500	5.73	5.85	5.95	6.03
8000	5.91	6.03	6.16	6.33
8500	5.88	5.98	6.11	6.28
9000	5.55	5.67	5.76	5.87
9500	5.01	5.16	5.30	5.36

*2) Hasil pengujian torsi*

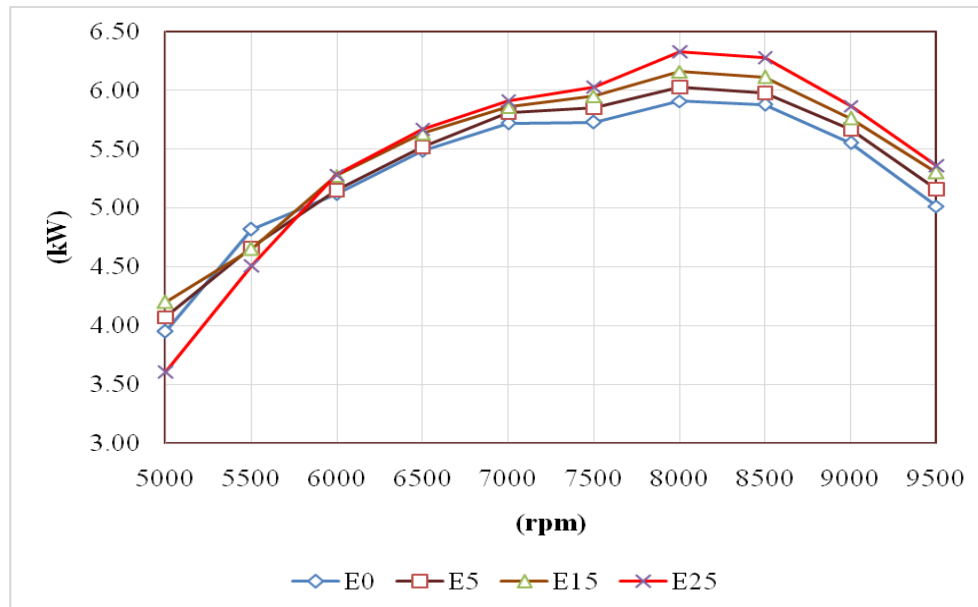
Tabel 3 Hasil Pengujian Torsi

Putaran (rpm)	Torsi (Nm)			
	E0	E5	E15	E25
5000	7.64	7.44	7.62	6.54
5500	8.04	8.12	8.00	7.62
6000	8.10	8.23	8.39	8.76
6500	8.02	8.05	8.26	8.35
7000	7.73	7.86	7.96	8.02
7500	7.24	7.45	7.53	7.72
8000	7.13	7.24	7.32	7.22
8500	6.79	6.77	6.92	6.96
9000	5.95	6.05	6.19	6.20
9500	5.15	5.22	5.36	5.37

**b. Analisa hasil pengujian**

*1) Analisa hasil pengujian daya mesin*

Dari data pada Tabel 2 apabila dikonversi menjadi grafik, maka dihasilkan grafik seperti di bawah ini :



Gambar 4 Grafik perbandingan daya mesin terhadap putaran

Dari grafik pada Gambar 4 : dapat dilihat bahwa daya meningkat pada setiap penambahan kecepatan putaran, namun pada titik tertentu daya akan menurun. Rata-rata daya maksimal dihasilkan pada putaran 8000 rpm. Pada bahan bakar Pertalite murni (E0) menghasilkan daya maksimal sebesar 5.91 kW, pada bahan bakar E5 menghasilkan daya maksimal sebesar 6.03 kW, pada bahan bakar E15 menghasilkan daya maksimal sebesar 6.16 kW dan pada bahan bakar E25 menghasilkan daya maksimal sebesar 6.33 kW. Dari data tersebut didapatkan bahwa daya maksimal yang dihasilkan dari bahan bakar E25 pada putaran 8000 rpm.

Untuk mengetahui besarnya presentase atau perbandingan antara Pertalite murni (E0) dengan bahan bakar campuran (Ex) maka, dari data yang dihasilkan pada Tabel 2, kemudian dihitung perubahan dayanya, sebagai contoh diambil nilai perubahan E5 terhadap E0 pada putaran 5000 rpm, berikut contoh perhitungannya :

$$\begin{aligned} \Delta E5\% &= \frac{\text{Daya E5} - \text{Daya E0}}{\text{Daya E0}} \times 100\% \\ \Delta E5\% &= \frac{4.07 - 3.95}{3.95} \times 100\% \\ \Delta E5\% &= \frac{0.09}{3.95} \times 100\% \\ \Delta E5\% &= 0.03037 \times 100\% \\ \Delta E5\% &= 3.04\% \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan tersebut, apabila dihitung pada campuran bahan bakar yang lain pada masing-masing putaran maka dihasilkan data seperti pada Tabel 4 :

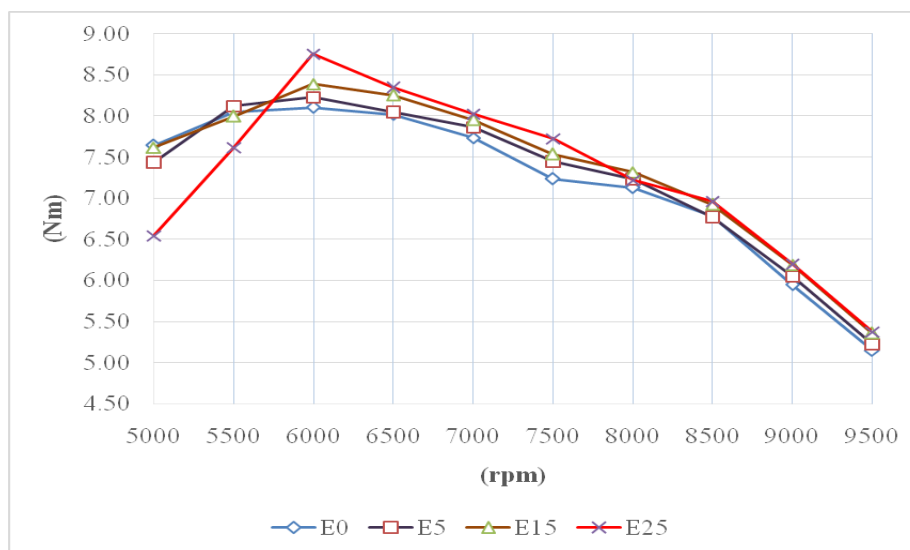
Tabel 4 Hasil Perhitungan Perubahan Daya

Putaran (rpm)	Daya (kW)				Perubahan Daya ( $\Delta\%$ )		
	E0	E5	E15	E25	E5	E15	E25
5000	3.95	4.07	4.20	3.61	3.04	6.34	-8.66
5500	4.82	4.67	4.65	4.51	-3.18	-3.49	-6.44
6000	5.12	5.15	5.27	5.28	0.67	3.02	3.17
6500	5.49	5.52	5.63	5.67	0.60	2.65	3.34
7000	5.72	5.81	5.86	5.91	1.65	2.44	3.36
7500	5.73	5.85	5.95	6.03	2.09	3.80	5.24
8000	5.91	6.03	6.16	6.33	2.08	4.24	7.16
8500	5.88	5.98	6.11	6.28	1.66	3.95	6.76
9000	5.55	5.67	5.76	5.87	2.13	3.76	5.65
9500	5.01	5.16	5.30	5.36	2.93	5.77	6.97
<b>Rata-rata</b>					<b>1.37</b>	<b>3.25</b>	<b>2.65</b>

Pada Tabel 4 dapat dilihat, bahwa secara umum terdapat peningkatan pada pemakaian bahan bakar dengan campuran bioetanol. Pada bahan bakar E5 nilai rata-rata peningkatannya adalah 1.37%, untuk bahan bakar E15 terdapat rata-rata peningkatan 3.25%, sedangkan pada bahan bakar E25 terdapat rata-rata peningkatan 2.65%.

## 2) Analisa hasil pengujian torsi

Dari data pada Tabel 3 apabila dikonversi menjadi grafik, maka dihasilkan grafik seperti di bawah ini :



Gambar 5 Grafik perbandingan torsi terhadap putaran

Dari grafik pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa kenaikan torsi terjadi antara putaran 5000 rpm sampai 6000 rpm, setelah itu terjadi penurunan torsi. Torsi maksimal dihasilkan pada putaran 6000 rpm, bahan bakar Pertalite murni (E0) menghasilkan torsi maksimal sebesar 8.10 Nm, bahan bakar E5 menghasilkan torsi sebesar 8.23 Nm, bahan bakar E15 menghasilkan torsi sebesar 8.39 Nm dan pada bahan bakar E25 menghasilkan torsi sebesar 8.76 Nm. Dari data tersebut didapatkan hasil bahwa daya maksimal dihasilkan dari bahan bakar E25 pada putaran 6000 rpm.

Untuk mengetahui besarnya presentase atau perbandingan antara Pertalite murni (E0) dengan bahan bakar campuran (Ex) maka, dari data yang dihasilkan pada Tabel IV-6, kemudian dihitung perubahan dayanya, sebagai contoh diambil nilai perubahan E25 terhadap E0 pada putaran 5000 rpm, berikut contoh perhitungannya :

$$\Delta E25\% = \frac{Torsi E25 - Torsi E0}{Torsi E0} \times 100\%$$

$$\Delta E25\% = \frac{6.54 - 7.64}{7.64} \times 100\%$$

$$\Delta E25\% = \frac{-1.1}{7.64} \times 100\%$$

$$\Delta E25\% = -0.1439 \times 100\%$$

$$\Delta E25\% = -14.41\%$$

Dari contoh perhitungan tersebut, apabila dihitung pada campuran bahan bakar yang lain pada masing-masing putaran maka dihasilkan data seperti pada Tabel 5 :

Tabel 5 Hasil Perhitungan Perubahan Torsi

Putaran (rpm)	Torsi (Nm)				Perubahan Torsi ( $\Delta\%$ )		
	E0	E5	E15	E25	E5	E15	E25
5000	7.64	7.44	7.62	6.54	-2.67	-0.36	-14.41
5500	8.04	8.12	8.00	7.62	0.95	-0.57	-5.31
6000	8.10	8.23	8.39	8.76	1.54	3.56	8.06
6500	8.02	8.05	8.26	8.35	0.37	2.92	4.10
7000	7.73	7.86	7.96	8.02	1.65	2.88	3.76
7500	7.24	7.45	7.53	7.72	2.97	4.10	6.73
8000	7.13	7.24	7.32	7.22	1.53	2.67	1.34
8500	6.79	6.77	6.92	6.96	-0.20	2.00	2.61
9000	5.95	6.05	6.19	6.20	1.78	4.07	4.30
9500	5.15	5.22	5.36	5.37	1.43	4.07	4.33
<b>Rata-rata</b>					<b>0.94</b>	<b>2.53</b>	<b>1.55</b>

Dari Tabel 5 dapat dilihat, bahwa secara umum terdapat peningkatan pada pemakaian bahan bakar dengan campuran bioetanol. Pada bahan bakar E5 nilai rata-rata peningkatannya adalah 0.94%, untuk bahan bakar E15 terdapat rata-rata peningkatan 2.53%, sedangkan pada bahan bakar E25 terdapat rata-rata peningkatan 1.55%.



#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### a. Kesimpulan

1. Penggunaan campuran bioetanol pada bahan bakar Pertalite dapat meningkatkan torsi, hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian yang menunjukkan adanya peningkatan torsi pada setiap penambahan komposisi campuran. Dari hasil pengujian torsi maksimal dihasilkan oleh bahan bakar E25 dengan torsi sebesar 6.44 Nm pada putaran 6000 rpm.
2. Penggunaan campuran bioetanol pada bahan bakar Pertalite juga dapat meningkatkan daya mesin, hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian yang menunjukkan adanya peningkatan daya mesin pada setiap penambahan komposisi campuran. Dari hasil pengujian daya maksimal dihasilkan oleh bahan bakar E25 dengan daya sebesar 6.33 kW pada putaran 8000 rpm.

##### b. Saran

1. Pada tahap produksi bioetanol sebaiknya ditambahkan satu metode lagi yaitu metode dehidrasi baik dengan menggunakan mineral zeolit maupun menggunakan silica gel supaya dapat dihasilkan kadar etanol yang lebih tinggi.
2. Pada penelitian ini penulis menggunakan pemanas berupa kompor gas portabel, untuk mendapatkan suhu yang lebih stabil penulis menyarankan untuk menggunakan pemanas yang dapat diatur suhunya dengan lebih stabil.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, Buku Putih Penelitian Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bidang Energi Baru dan Terbarukan untuk Mendukung Keamanan Ketersediaan Energi 2025, Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia, Jakarta, (2006).
2. Hargono, Agnes Kinanthi Nugraheni, Lazuardy R. Zakaria., Pembuatan Bioetanol Grade Bahan Bakar dari Bahan Baku Umbi Gadung melalui Proses Fermentasi dan Distilasi-Dehidrasi, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol. 2 No. 3, hal 163-169, (2013).
3. Fenty Nurtyastuti Eka Pertiwi, Agustin Krisna Wardani, Produksi Etanol dari Tetes Tebu oleh *Saccharomyces cerevisiae* Pembentuk Flok (NRRL – Y 265), *Agritech*, Vol. 33 No. 2, (2013).
4. Siti Lusi Arum Sari, Sri Kusumastuti Hayuningtyas, Sunarto, Produksi Bioetanol dari Jerami Padi (*Oryza sativa*) melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*, *Bioteknologi 11 (1): 1-4*, ISSN: 0216-6887, (2014).
5. N. Nurhayati, Iga Vivin Noorvita, J. Jayus. Produksi Bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3210 pada Media Molases dengan Kecepatan Agitasi dan Aerasi yang Berbeda, *Jurnal Agroteknologi* Vol. 10 No. 02, (2016).
6. Devanta Bayu Prasetyo, Fajar Patriayudha, Pemakaian Gasohol sebagai Bahan Bakar pada Kendaraan Bermotor, (2009).
7. Ruri Octaviani, Moh Irsyad, Iman Kartolaksono Reksowardjojo, Pengaruh Penambahan Bioetanol terhadap Konsentrasi Emisi Gas Buang HC, CO dan CO<sub>2</sub> pada Motor 2 Langkah, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 16 No. 2, (2010).