

PENGARUH PERSENTASE KANDUNGAN BIOETANOL TETES TEBU PADA BAHAN BAKAR BENJIN DENGAN BERBAGAI VARIASI PUTARAN MESIN TERHADAP KEBISINGAN MESIN BENJIN 4 TAK

Oleh:

Partono

Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

Email: partono2um.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kebisingan akibat variasi campuran pada bensin dengan persentase bioethanol tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran masing-masing (1) 800 rpm, (2) 1200 rpm, (3) 1600 rpm, (4) 2000 rpm, dan (5) 2400 rpm, pada mesin bensin empat langkah. Penelitian ini dilaksanakan dengan rancangan penelitian eksperimental sungguhan (*true experimental*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bioethanol pada bahan bakar bensin berpengaruh terhadap kebisingan mesin bensin empat langkah. Kebisingan mesin paling tinggi diperoleh pada persentase tambahan bioethanol sebesar 10% pada putaran mesin 2400 rpm yaitu 90.5800 dB sedangkan untuk tingkat kebisingan yang paling rendah dicapai pada persentase tambahan bioethanol sebesar 0 % dengan putaran mesin 800 rpm yaitu 74.2700 dB.

Kata Kunci: Kebisingan mesin bensin, penambahan bioethanol, bensin

Bising adalah suara-suara yang tidak diinginkan oleh telinga. Kebisingan menurut (JIS Z kosa kata elektro-teknik Internasional Bab 801) didefinisikan sebagai suara yang tak dikehendaki, misalnya yang merintangi terdengarnya suara-suara, musik, atau yang menyebabkan rasa sakit atau yang menghalangi gaya hidup. Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan yang beredar di pasaran adalah *Soun Level Meter* (30-130 dB, 20-20.000 Hz), *Noise Dosimeter*, dan *Portable Narrow Band Analyzer*.

Ketika mesin dihidupkan terjadi pembakaran yang teratur diawali dengan loncatan api busi pada akhir pemampatan. Apabila pembakarannya tidak teratur menyebabkan pembebanan yang terlalu

berat karena suhu meningkat di dalam ruang bakar sehingga terjadi pembakaran sendiri. Gerakan dari gas yang terbakar sendiri terhadap logamnya memberi suara seperti pukulan (detonasi). Seseorang akan menangkap nyaring, tinggi dan nada suara mesin yang dipancarkan. Ini adalah tolok ukur yang menyatakan mutu sensorial dari suara dan dikenal sebagai tiga unsur dari suara.

Dalam penelitian ini bahan bakar berupa bensin akan diberi campuran bioethanol dengan persentase tertentu. Didalam karburator campuran bioethanol dan bahan bakar tersebut akan dicampur dengan udara. Pencampuran bioethanol dengan udara diatur oleh karburator sesuai

dengan pembukaan *throtel valve*, campuran tersebut kemudian dialirkan keruang bakar.

Proses pembakaran pada mesin udara yang cukup sangat diperlukan, jika udara yang masuk pada ruang bakar kurang memenuhi kebutuhan untuk proses pembakaran, maka pembakaran pada ruang bakar akan kurang sempurna, karena campuran bahan bakar dengan udara pada proses pembakaran tidak setimbang. Terjadinya pembakaran yang kaya ini disebabkan oleh kekurangan jumlah udara yang masuk dalam proses pembakaran.

Pada pembakaran akan menghasilkan tekanan yang maksimum, sedikit setelah titik mati atas, tekanan tersebut digunakan untuk mendorong torak turun kebawah langkah ini disebut langkah usaha (Staudt,1988). Dari langkah tersebut akan terjadi gesekan antara beberapa bagian motor seperti torak dengan dinding silinder engkol dengan batang engkol sehingga menimbulkan bunyi. Intensitas ini akan dipertajam dengan adanya ledakkan bahan bakar pada saat pembakaran sehingga menimbulkan kebisingan. Menurut Geschler(1988) kebisingan kendaraan diukur pada jarak 7,5 m.

Menurut Marji (2005), proses kerja motor frekuensi gesekan, eksplosif pembakaran sangat tergantung pada putaran. Frekuensi busi meletikan bunga api sangat identik dengan eksplosif bahan bakar karena awal dari proses pembakaran. Semakin tinggi frekuensi bunga api semakin besar jumlah frekuensi pembakaran sehingga putaran yang terjadi semakin tinggi yang berakibat gas buang yang terbuang bertambah dan semakin banyak permukaan yang bergesekan. Dengan demikian dapat dipastikan semakin tinggi putaran akan meningkatkan kebisingan. Untuk

mengurangi kebisingan yang disebabkan oleh gerakan komponen mekanik maka mesin diberi pelumas oli yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin.

Dalam penelitian ini saluran udara masuk ke mesin akan diberi pendinginan agar udara yang masuk semakin rapat dan memenuhi jumlah pada proses pembakaran. Setelah itu diteruskan dengan proses pembakaran dimana dalam proses ini udara masuk yang diberikan pendinginan tadi diproses untuk pembakaran pada ruang silinder dan menghasilkan gaya tekan yang tinggi pada torak dan gaya tekan yang tinggi pada torak pasti akan menimbulkan suara yang menjadi sumber kebisingan pada mesin bensin

Hasil pembakaran dari ruang bakar dibuang melalui knalpot ke udara bebas. Knalpot juga mengeluarkan suara bising dari mesin akibat proses pembakaran, sehingga pada knalpot biasanya diberi peredam agar kebisingannya tidak melebihi aturan yang diberlakukan pemerintah.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan penulis untuk memperoleh data-data dilaksanakan dengan rancangan penelitian eksperimental sungguhan (*true experimental*). Kegiatan selama melaksanakan penelitian meliputi:

1. Melakukan pengamatan langsung ke lapangan, yaitu verifikasi ketersediaan material dan peralatan sebelum melaksanakan penelitian.
2. Mempelajari Bioetanol khususnya yang dihasilkan dari tetes tebu dan daya efektif hasil proses pembakaran bahan bakar motor bensin dari beberapa sumber, di antaranya: buku, internet, penelitian

terdahulu, dan jurnal penelitian teknologi.

3. Studi laboratoris yang akan dilakukan meliputi pengambilan data-data dari hasil pengujian campuran bahan bakar.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar observasi yang berisi data skor kebisingan mesin bensin dan putaran mesin. Mesin yang digunakan penelitian adalah motor bensin 4 tak.

1. Merk/tipe : Futura (1995)
2. Jumlah silinder : 4 (empat) sebaris
3. Kapasitas Silinder : 1486 CC
4. Tipe Busi : Denso W 16EX-U
5. Pendingin : Air
6. Siklus : 4 Langkah
7. Tekanan kompresi : 14.0 kg/cm² (199.0 psi) 250 rpm/menit.
8. Timing Pengapian : 6⁰ sebelum TMA pada putaran mesin 800 +/- 50 rpm
9. Tekanan oli : 3.6 – 4.5 kg/cm² pada putaran 3000 rpm
10. Sudut duel : 48⁰
11. Sudut Pengapian : 8⁰
12. Putaran Idle : 800 rpm

Alat

1. *Tachometer*, alat ini digunakan untuk mengukur putaran mesin
2. satuan yang digunakan adalah rpm (revolusi per menit).
3. Gelas ukur, alat ini digunakan untuk menakar campuran alkohol tetes tebu dengan bensin.
4. 1 unit pengukur kebisingan (*Sound Level*), type : Krisbow kw 06-291.

Bahan

1. Bioetanol tetes tebu.
2. Bensin.

Prosedur Pengambilan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan penulis untuk memperoleh data-data selama melaksanakan penelitian adalah observasi. Observasi secara psikologik tidak hanya kegiatan pengamatan atau memperhatikan sesuatu dengan menggunakan mata tetapi dapat diartikan bahwa observasi atau yang disebut dengan pengamatan, meliputi kegiatan pemuatan perhatian terhadap sesuatu obyek dengan menggunakan seluruh alat indra. Jadi mengobservasi dapat dilakukan melalui penglihatan, penciuman, pendengaran, peraba, dan pengecap (Arikunto, 2002:133). Metode observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi sistematis, yang dilakukan oleh pengamat dengan menggunakan pedoman sebagai instrumen penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan berupa *category system* yaitu sistem pengamatan yang membatasi sejumlah variabel dalam bentuk *check-list*.

Untuk mengambil data-data hasil penelitian dilakukan dengan jalan menghidupkan mesin bensin yang sudah dalam keadaan siap di mana sudah dilakukan penggunaan persentase campuran bioetanol dari tetes tebu dengan bensin (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%), kemudian mengambil data kebisingan mesin yang dihasilkan pada saat putaran mesin berada pada angka 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm.

Pengumpulan data di laboratorium dilakukan untuk mengungkapkan data dari variabel tingkat kebisingan pada penggunaan persentase campuran bioetanol dari tetes tebu pada bensin 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran mesin yang bervariasi yaitu 800 rpm, 1200 rpm,

1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm. Setelah alat dan bahan serta mesin bensin disiapkan seperti pada kondisi di atas, maka langkah selanjutnya adalah langkah pengambilan data.

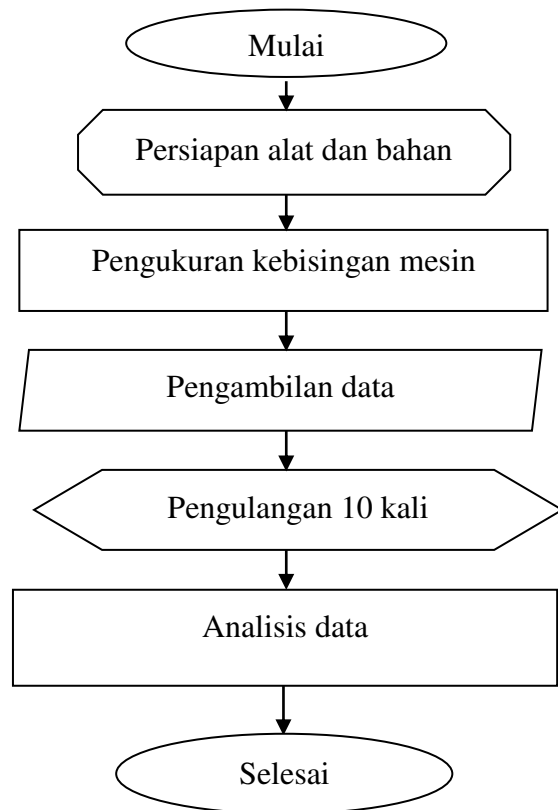
Langkah Pengambilan Data:

1. Mencampurkan bioethanol tetes tebu dan bensin dengan persentase kandungan minyak 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% selanjutnya campuran tersebut dimasukkan dalam tangki mesin.
2. Mesin dihidupkan selama sepuluh menit untuk mencapai suhu kerja ideal.
3. Pengambilan data kebisingan (kode Y_1 s.d Y_{30}) yang masing-masing sebanyak sepuluh kali. Hal ini dilakukan agar data yang diperoleh lebih teliti.
4. Mencatat data skor kebisingan mesin yang dihasilkan pada putaran mesin yang bervariasi yaitu pada putaran 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm dengan persentase bioetanol dari tetes tebu 0% yang dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.
5. Mencatat data skor kebisingan mesin yang dihasilkan pada putaran mesin yang bervariasi yaitu pada putaran 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm dengan persentase bioetanol dari tetes tebu 5% yang dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.
6. Mencatat data skor kebisingan mesin yang dihasilkan pada putaran mesin yang bervariasi yaitu pada putaran 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm dengan persentase bioetanol dari tetes tebu 10% yang dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.
7. Mencatat data skor kebisingan mesin yang dihasilkan pada putaran mesin yang bervariasi yaitu pada putaran 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan

2400 rpm dengan persentase bioetanol dari tetes tebu 15% yang dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.

8. Mencatat data skor kebisingan mesin yang dihasilkan pada putaran mesin yang bervariasi yaitu pada putaran 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm dengan persentase bioetanol dari tetes tebu 20% yang dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.
9. Mencatat data skor kebisingan mesin yang dihasilkan pada putaran mesin yang bervariasi yaitu pada putaran 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm dengan persentase bioetanol dari tetes tebu 25% yang dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.

Langkah penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari proses pra-analisis data dan uji statistik F menggunakan komputer melalui program komputer SPSS

pada penelitian ini didapatkan tabel statistik deskriptif dan tabel anova (*analysis of variance*) seperti pada Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Kebisingan (dB) antara bensin dengan campuran bioethanol tetes tebu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 800 rpm

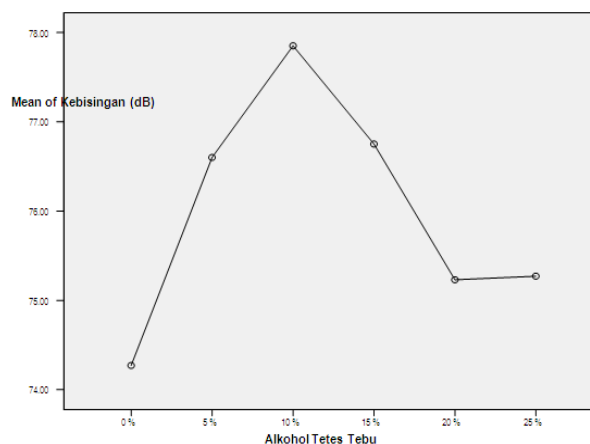
Pengulangan Data	Persentase Kandungan					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
1	73,8 dB	76,2 dB	78,1 dB	76,7 dB	74,6 dB	74,4 dB
2	74,5 dB	76,0 dB	77,6 dB	76,6 dB	75,2 dB	76,1 dB
3	74,4 dB	76,5 dB	77,4 dB	77,7 dB	75,0 dB	74,6 dB
4	74,3 dB	76,9 dB	78,0 dB	76,7 dB	75,7 dB	75,5 dB
5	74,2 dB	76,7 dB	77,7 dB	76,2 dB	74,3 dB	74,7 dB
6	74,4 dB	77,2 dB	77,9 dB	76,6 dB	75,3 dB	75,0 dB
7	74,6 dB	77,1 dB	78,0 dB	76,7 dB	76,8 dB	74,5 dB
8	74,3 dB	76,4 dB	77,8 dB	77,2 dB	74,9 dB	75,1 dB
9	74,1 dB	76,6 dB	78,5 dB	76,4 dB	74,9 dB	78,2 dB
10	74,1 dB	76,4 dB	77,5 dB	76,7 dB	75,6 dB	74,6 dB

Tabel 2 Statistik Deskriptif Kebisingan Mesin pada putaran 800 rpm.

Kandungan	Mean	Std Deviation	Std Error	Minimum	Maximum
0%	74.2700	.23118	.07311	73.80	74.60
5%	76.6000	.38297	.12111	76.00	77.20
10%	77.8500	.32404	.10247	77.40	78.50
15%	76.7500	.41966	.13271	76.20	77.70
20%	75.2300	.69610	.22013	74.30	76.80
25%	75.2700	1.15475	.36516	74.40	78.20
Total	75.9950	1.33612	.17249	73.80	78.50

Tabel 3 Anava Kebisingan Mesin pada putaran 800 rpm.

	Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig
Between Groups	84.635	5	16.927	44.173	.000
Within Groups	20.693	54	.383		
Total	105.328	59			



Gambar 1 Grafik Kebisingan Mesin Bensin Empat Langkah Akibat Variasi Persentase Bioetanol dari Tetes Tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada Putaran 800 rpm

Uji Statistik F Kebisingan Mesin Akibat Variasi Persentase Bioetanol

Berdasarkan hasil analisis melalui SPSS pada bagian bioetanol maka dapat dilakukan uji statistik F untuk data kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol sehingga akan didapatkan kesimpulan sesuai hipotesis yang berdasarkan perhitungan.

Hipotesis:

H_0 = Keenam rata-rata populasi adalah identik

H_1 = Keenam rata-rata populasi adalah tidak identik

Kriteria pengujian:

a. H_0 diterima apabila Probabilitas $> 0,05$

b. H_0 ditolak apabila Probabilitas $< 0,05$

Atau

c. H_0 diterima apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$

d. H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$

Dari perhitungan dengan SPSS dan dari tabel didapat:

Probabilitas (Sig.) = 0,000 < 0,05 signifikan

$F_{hitung} = 44,173$

$F_{tabel} (5 ; 54 ; 0,05) = 2,386$

Keputusan:

Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang sangat signifikan diantara persentase bioethanol tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% pada rpm 800. Karena nilai Sig. (0,000) < 0,05. dan $F_{hitung} (44,173) > F_{tabel} (2,386)$.

Prosentase bioethanol mempengaruhi tingkat kebisingan (*decibel*). Rata-rata tingkat kebisingan (*decibel*) mesin dengan prosentase bioethanol 10 % adalah tertinggi (77,8500), sedangkan terendah mesin dengan prosentase bioethanol 0 % (74,2700)

Post Hoc Test

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan, maka bagian ini akan mencari mana saja yang berbeda dan mana yang tidak berbeda.

Kriteria pengujian:

Perbedaan kebisingan antara persentase bioetanol ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 5 Perbedaan Kebisingan Dengan Prosentase Bioethanol pada Putaran 800 rpm

(I) Bioethanol Tetes Tebu	(J) Bioethanol Tetes Tebu	Keputusan
0 %	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
5 %	0 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
10 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
15 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
20 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Tidak Berbeda Signifikan
25 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan

Perbedaan Kebisingan Mesin Bensin Empat Langkah akibat Variasi Persentase Bioetanol pada Putaran Mesin 1200 rpm

Tabel 5 Data Hasil Pengujian Kebisingan (dB) antara bensin dengan campuran bioethanol tetes tebu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 1200 rpm

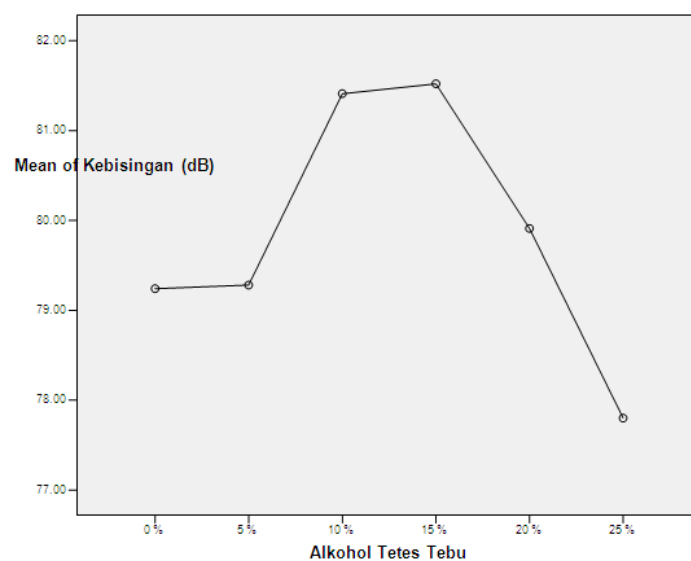
Pengulangan Data	Persentase Kandungan					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
1	79,0 dB	79,1 dB	81,2 dB	81,0 dB	80,0 dB	78,3 dB
2	79,4 dB	78,5 dB	82,0 dB	81,0 dB	80,3 dB	77,7 dB
3	79,3 dB	80,0 dB	80,8 dB	81,0 dB	79,2 dB	78,1 dB
4	79,2 dB	78,9 dB	81,4 dB	82,8 dB	79,4 dB	77,3 dB
5	79,2 dB	80,1 dB	81,3 dB	82,0 dB	82,2 dB	78,4 dB
6	79,0 dB	79,3 dB	81,6 dB	81,9 dB	79,8 dB	77,8 dB
7	79,3 dB	79,4 dB	81,3 dB	80,6 dB	79,8 dB	77,6 dB
8	78,9 dB	79,0 dB	81,2 dB	81,3 dB	79,5 dB	78,0 dB
9	79,6 dB	78,8 dB	81,9 dB	82,0 dB	79,5 dB	77,4 dB
10	79,5 dB	79,7 dB	81,4 dB	81,6 dB	79,4 dB	77,4 dB

Tabel 6 Statistik Deskriptif Kebisingan Mesin pada putaran 1200 rpm

Kandungan	Mean	Std Deviation	Std Error	Minimum	Maximum
0%	79.2400	.22706	.07180	78.90	79.60
5%	79.2800	.52451	.16586	78.50	80.10
10%	81.4100	.35103	.11101	80.80	82.00
15%	81.5200	.66299	.20966	80.60	82.80
20%	79.9100	.86852	.27465	79.20	82.20
25%	77.8000	.38873	.12293	77.30	78.40
Total	79.8600	1.41064	.18211	77.30	82.80

Tabel 7 Anava Kebisingan Mesin pada putaran 1200 rpm

	Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig
Between Groups	101.250	5	20.250	67.692	.000
Within Groups	16.154	54	.299		
Total	117.404	59			



Gambar 2 Grafik Kebisingan Mesin Bensin Empat Langkah Akibat Variasi Persentase Bioetanol dari Tetes Tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada Putaran 1200 rpm

Uji Statistik F Kebisingan Mesin Akibat Variasi Persentase Bioetanol

Berdasarkan hasil analisis melalui SPSS pada bagian bioetanol maka dapat dilakukan uji statistik F untuk data kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol sehingga akan didapatkan kesimpulan sesuai hipotesis yang berdasarkan perhitungan.

Dari perhitungan dengan SPSS dan dari tabel didapat:

Probabilitas (Sig.) = 0,000 < 0,05 signifikan

$F_{hitung} = 67,692$

$F_{tabel (5 ; 54 ; 0,05)} = 2,386$

Keputusan:

Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang sangat signifikan diantara persentase bioethanol tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% pada rpm 1200. Karena nilai Sig. (0,000) < 0,05. dan $F_{hitung} (67,692) > F_{tabel} (2,386)$

Prosentase bioethanol mempengaruhi tingkat kebisingan (*decibel*). Rata-rata tingkat kebisingan (*decibel*) mesin dengan prosentase bioethanol 15 % adalah tertinggi (81,5200), sedangkan terendah mesin dengan prosentase bioethanol 25% (77,8000).

Post Hoc Test

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan, maka bagian ini akan mencari mana saja yang berbeda dan mana yang tidak berbeda.

Kriteria pengujian:

Perbedaan kebisingan antara persentase bioetanol ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Prosentase Bioethanol pada Putaran 1200 rpm

(I) Bioethanol Tetes Tebu	(J) Bioethanol Tetes Tebu	Keputusan
0 %	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
5 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
10 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
15 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
20 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
25 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan

Perbedaan Kebisingan Mesin Bensin Empat Langkah akibat Variasi Persentase Bioetanol pada Putaran Mesin 1600 rpm

Tabel 9 Data Hasil Pengujian Kebisingan (dB) antara bensin dengan campuran bioethanol tetes tebu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 1600 rpm.

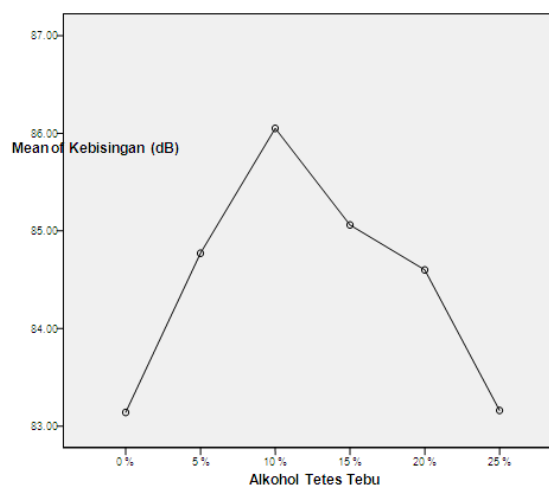
Pengulangan Data	Persentase Kandungan					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
1	83,4 dB	84,9 dB	85,3 dB	85,1 dB	84,7 dB	82,5 dB
2	83,3 dB	84,9 dB	85,5 dB	85,3 dB	84,6 dB	82,8 dB
3	83,8 dB	84,7 dB	85,4 dB	85,5 dB	85,5 dB	83,2 dB
4	83,5 dB	84,4 dB	86,2 dB	85,6 dB	84,5 dB	82,5 dB
5	83,0 dB	84,4 dB	86,4 dB	85,2 dB	84,6 dB	83,0 dB
6	83,1 dB	85,0 dB	86,4 dB	84,9 dB	84,3 dB	83,7 dB
7	82,6 dB	85,1 dB	86,0 dB	84,6 dB	85,1 dB	83,0 dB
8	83,8 dB	84,6 dB	86,3 dB	84,7 dB	84,1 dB	84,0 dB
9	83,4 dB	85,0 dB	86,3 dB	84,6 dB	84,1 dB	83,5 dB
10	81,5 dB	84,7 dB	86,7 dB	85,1 dB	84,5 dB	83,4 dB

Tabel 10 Statistik Deskriptif Kebisingan Mesin pada putaran 1600 rpm.

Kandungan	Mean	Std Deviation	Std Error	Minimum	Maximum
0%	83.1400	.68020	.21510	81.50	83.80
5%	84.7700	.24967	.07895	84.40	85.10
10%	86.0500	.48362	.15293	85.30	86.70
15%	85.0600	.35653	.11274	84.60	85.60
20%	84.6000	.43205	.13663	84.10	85.50
25%	83.1600	.49710	.15720	82.50	84.00
Total	84.4633	1.13675	.14675	81.50	86.70

Tabel 11 Anava Kebisingan Mesin pada putaran 1600 rpm.

	Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig
Between Groups	64.361	5	18.872	58.520	.000
Within Groups	11.878	54	.220		
Total	76.239	59			



Gambar 3 Grafik kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol dari tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 1600 rpm

Uji Statistik F Kebisingan Mesin Akibat Variasi Persentase Bioetanol

Berdasarkan hasil analisis melalui SPSS pada bagian bioetanol maka dapat dilakukan uji statistik F untuk data kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol sehingga akan didapatkan kesimpulan sesuai hipotesis yang berdasarkan perhitungan.

Dari perhitungan dengan SPSS dan dari tabel didapat:

Probabilitas (Sig.)= 0,000 < 0,05 signifikan

$F_{hitung} = 58,520$

$F_{tabel} (5 ; 54 ; 0,05) = 2,386$

Keputusan:

Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang sangat signifikan diantara persentase bioethanol tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% pada rpm 1600. Karena nilai Sig. (0,000) < 0,05. dan $F_{hitung} (58,520) > F_{tabel} (2,386)$.

Prosentase bioethanol mempengaruhi tingkat kebisingan (*decibel*). Rata-rata tingkat kebisingan (*decibel*) mesin dengan prosentase bioethanol 10 % adalah tertinggi (86,0500), sedangkan terendah mesin dengan prosentase bioethanol 0 % (83,1400).

Post Hoc Test

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan, maka bagian ini akan mencari mana saja yang berbeda dan mana yang tidak berbeda.

Kriteria pengujian:

Perbedaan kebisingan antara persentase bioetanol ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12 Perbedaan Kebisingan Dengan Prosentase Bioethanol pada Putaran 1600 rpm

(I) Bioethanol Tetes Tebu	(J) Bioethanol Tetes Tebu	Keputusan
0 %	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Tidak Berbeda Signifikan
5 %	0 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
10 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
15 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
20 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
25 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan

Perbedaan Kebisingan Mesin Bensin Empat Langkah akibat Variasi Persentase Bioetanol pada Putaran 2000 rpm

Tabel 13 Data Hasil Pengujian Kebisingan (dB) antara bensin dengan campuran bioethanol tetes tebu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 2000 rpm

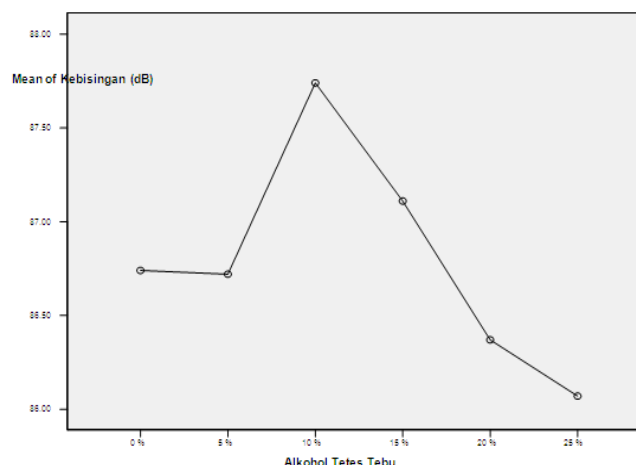
Pengulangan Data	Persentase Kandungan					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
1	86,5 dB	86,7 dB	88,2 dB	88,1 dB	86,4 dB	86,1 dB
2	86,1 dB	86,7 dB	87,9 dB	86,8 dB	86,5 dB	86,0 dB
3	86,8 dB	86,2 dB	87,7 dB	86,7 dB	86,4 dB	86,1 dB
4	86,8 dB	87,0 dB	87,7 dB	86,9 dB	86,5 dB	85,9 dB
5	86,8 dB	87,5 dB	87,8 dB	87,2 dB	85,9 dB	86,3 dB
6	86,3 dB	86,5 dB	87,8 dB	87,3 dB	86,8 dB	86,0 dB
7	86,8 dB	86,7 dB	87,4 dB	86,8 dB	86,,7 dB	86,0 dB
8	87,0 dB	86,6 dB	87,3 dB	87,2 dB	86,1 dB	87,0 dB
9	86,9 dB	86,6 dB	87,7 dB	87,1 dB	86,3 dB	85,7 dB
10	87,4 dB	86,7 dB	87,9 dB	87,0 dB	86,1 dB	85,6 dB

Tabel 14 Statistik Deskriptif Kebisingan Mesin pada putaran 2000 rpm.

Kandungan	Mean	Std Deviation	Std Error	Minimum	Maximum
0%	86.7400	.36576	.11566	86.10	87.40
5%	86.7200	.33928	.10729	86.20	87.50
10%	87.7400	.25473	.08055	87.30	88.20
15%	87.1100	.40125	.12689	86.70	88.10
20%	86.3700	.27909	.08825	85.90	86.80
25%	86.0700	.38312	.12115	85.60	87.00
Total	86.7910	.62931	.08124	85.60	88.20

Tabel 15 Anava Kebisingan Mesin pada putaran 2000 rpm

	Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig
Between Groups	17.071	5	3.414	29.288	.000
Within Groups	6.295	54	.117		
Total	23.366	59			



Gambar 4 Grafik kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol dari tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 2000 rpm

Uji Statistik F Kebisingan Mesin Akibat Variasi Persentase Bioetanol

Berdasarkan hasil analisis melalui SPSS pada bagian bioetanol maka dapat dilakukan uji statistik F untuk data kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol sehingga akan didapatkan kesimpulan sesuai hipotesis yang berdasarkan perhitungan.

Dari perhitungan dengan SPSS dan dari tabel didapat:

Probabilitas (Sig.)= 0,000 < 0,05 signifikan

$$F_{hitung} = 29,288$$

$$F_{tabel (5 ; 54 ; 0,05)} = 2,386$$

Keputusan:

Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang sangat signifikan diantara persentase bioethanol tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% pada rpm 2000. Karena nilai Sig. (0,000) < 0,05. dan $F_{hitung} (29,288) > F_{tabel} (2,386)$

Prosentase bioethanol mempengaruhi tingkat kebisingan (*decibel*). Rata-rata tingkat kebisingan (*decibel*) mesin dengan prosentase bioethanol 10 % adalah tertinggi (87,7400), sedangkan terendah mesin dengan prosentase bioethanol 25 % (86,0700).

Post Hoc Test

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan, maka bagian ini akan mencari mana saja yang berbeda dan mana yang tidak berbeda.

Kriteria pengujian:

Perbedaan kebisingan antara persentase bioetanol ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16 Perbedaan Kebisingan Akibat Prosentase Bioethanol pada Putaran 2000 rpm

(I) Bioethanol Tetes Tebu	(J) Bioethanol Tetes Tebu	Keputusan
0 %	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
5 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
10 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
15 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
20 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Tidak Berbeda Signifikan
25 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan

Perbedaan Kebisingan Mesin Bensin Empat Langkah akibat Variasi Persentase Bioetanol pada Putaran 2400 rpm

Tabel 17 Data Hasil Pengujian Kebisingan (dB) antara bensin dengan campuran bioethanol tetes tebu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 2400 rpm.

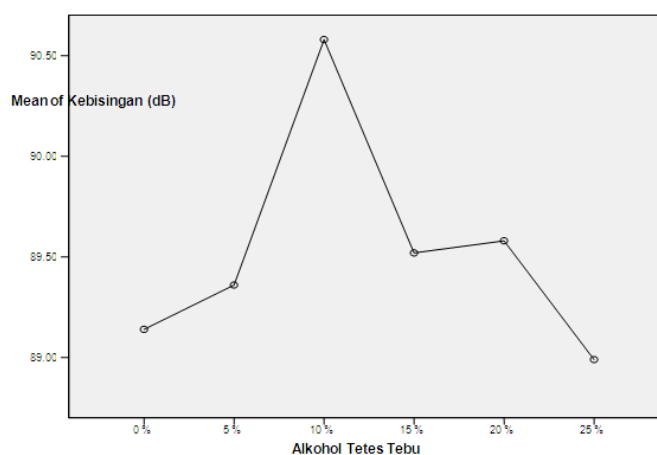
Pengulangan Data	Persentase Kandungan					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
1	88,8 dB	88,5 dB	90,3 dB	89,2 dB	90,0 dB	89,0 dB
2	88,3 dB	88,5 dB	90,8 dB	89,4 dB	89,8 dB	88,6 dB
3	88,8 dB	89,7 dB	90,8 dB	89,4 dB	89,7 dB	89,2 dB
4	88,7 dB	89,8 dB	90,9 dB	89,2 dB	89,7 dB	89,3 dB
5	89,4 dB	89,4 dB	91,0 dB	89,6 dB	89,6 dB	89,0 dB
6	89,6 dB	89,4 dB	90,4 dB	89,2 dB	89,6 dB	89,2 dB
7	89,3 dB	89,7 dB	90,6 dB	89,7 dB	89,4 dB	88,9 dB
8	89,5 dB	89,8 dB	90,3 dB	89,7 dB	89,5 dB	89,0 dB
9	89,7 dB	89,3 dB	90,3 dB	89,9 dB	89,3 dB	89,0 dB
10	89,3 dB	89,5 dB	90,4 dB	89,9 dB	89,2 dB	88,7 dB

Tabel 18 Statistik Deskriptif Kebisingan Mesin pada putaran 2400 rpm.

Kandungan	Mean	Std Deviation	Std Error	Minimum	Maximum
0%	89.1400	.45995	.14545	88.30	89.70
5%	89.3600	.48580	.15362	88.50	89.80
10%	80.5800	.27406	.08667	90.30	91.00
15%	89.5200	.27809	.08794	89.20	89.90
20%	89.5800	.23944	.07572	89.20	90.00
25%	89.9900	.21833	.06904	88.60	89.30
Total	89.5283	.61233	.07905	88.30	91.00

Tabel 19 Anava Kebisingan Mesin pada putaran 2400 rpm

	Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig
Between Groups	15.777	5	3.155	26.854	.000
Within Groups	6.345	54	.118		
Total	22.122	59			



Gambar 5 Grafik kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol dari tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% pada putaran 2400 rpm

Uji Statistik F Kebisingan Mesin Akibat Variasi Persentase Bioetanol

Berdasarkan hasil perhitungan melalui SPSS pada bagian bioetanol maka dapat dilakukan uji statistik F untuk data kebisingan mesin bensin empat langkah akibat variasi persentase bioetanol sehingga akan didapatkan kesimpulan sesuai hipotesis yang berdasarkan perhitungan.

Dari perhitungan dengan SPSS dan dari tabel didapat:

Probabilitas (Sig.)= 0,000 < 0,05 signifikan

$F_{hitung} = 26,854$

$F_{tabel} (5 ; 54 ; 0,05) = 2,386$

Keputusan:

Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang sangat signifikan diantara persentase bioethanol tetes tebu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% pada rpm 2400. Karena nilai Sig. (0,000) < 0,05. dan $F_{hitung} (26,854) > F_{tabel} (2,386)$

Prosentase bioethanol mempengaruhi tingkat kebisingan (*decibel*). Rata-rata tingkat kebisingan (*decibel*) mesin dengan prosentase bioethanol 10 % adalah tertinggi (90,5800), sedangkan terendah mesin dengan prosentase bioethanol 25 % (88,9900).

Post Hoc Test

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan, maka bagian ini akan mencari mana saja yang berbeda dan mana yang tidak berbeda.

Kriteria pengujian:

Perbedaan kebisingan antara persentase bioetanol ditunjukkan pada Tabel 20.

Tabel 20 Perbedaan Kebisingan Dengan Prosentase Bioethanol pada Putaran 2400

(I) Bioethanol Tetes Tebu	(J) Bioethanol Tetes Tebu	Keputusan
0 %	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Tidak Berbeda Signifikan
5 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Tidak Berbeda Signifikan
10 %	0 %	Berbeda Signifikan
	5 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
15 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	20 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Tidak Berbeda Signifikan
20 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	25 %	Berbeda Signifikan
25 %	0 %	Tidak Berbeda Signifikan
	5 %	Tidak Berbeda Signifikan
	10 %	Berbeda Signifikan
	15 %	Tidak Berbeda Signifikan
	20 %	Berbeda Signifikan

Berdasarkan hasil analisis dari data yang didapatkan di lapangan sebagaimana yang dipaparkan di atas, diketahui bahwa secara umum penambahan bioethanol dari 0% sampai dengan 10% mengakibatkan kebisingan cenderung naik, hal ini disebabkan pembakaran tidak sempurna. Pembakaran tidak sempurna pada mesin bensin, terjadi dimana api yang ditimbulkan oleh busi mengakibatkan pembakaran yang cepat di dekat busi. Bahan bakar yang telah terbakar suhunya naik dan sisa bahan bakar terbakar dengan sendirinya, dari peristiwa itu maka akan terjadi kenaikan tekanan yang tiba-tiba sehingga akan menghasilkan kebisingan. Pembakaran tidak sempurna juga terjadi disebabkan oleh tidak tepatnya perbandingan udara dan bensin (campuran bahan bakar terlalu miskin). Bahan bakar yang tidak terbakar mengakibatkan panas tidak merata dan menyebabkan kerak mesin sehingga menimbulkan tekanan dan panas yang tinggi.

Penambahan bioetanol pada bahan bakar juga dapat mengakibatkan pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar terjadi tidak sempurna sehingga dapat menimbulkan detonasi. Meningkatnya persentase bioetanol diakibatkan oleh kecilnya energi hasil pembakaran yang dipengaruhi oleh nilai kandungan energi bahan bakar tersebut yang disebut dengan nilai kalor. Meningkatnya persentase bioetanol ini merupakan akibat dari rendahnya nilai kalor bakar pada bahan bakar bioetanol, Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung didalamnya. Nilai kalor ethanol sekitar 67% dari nilai kalor yang dikandung bensin, hal ini karena adanya oksigen dalam struktur ethanol. Berarti untuk mendapatkan energi yang sama

jumlah ethanol yang diperlukan harus lebih besar. Adanya oksigen dalam ethanol juga mengakibatkan campuran menjadi lebih miskin jika dibandingkan dengan bensin, sehingga campuran harus dibuat lebih kaya untuk mendapatkan kerja yang diinginkan. Rendahnya nilai kalor menyebabkan titik nyala pada mesin pembakaran dalam agak terhambat, akibatnya pembakaran tidak sempurna

Penambahan bioethanol diatas 10% sampai dengan 25% menyebabkan kebisingan cenderung turun, hal ini disebabkan kualitas bahan bakar. Penambahan bioethanol diatas persentase 10% menyebabkan kebisingan turun kemungkinan disebabkan oleh naiknya angka oktan pada bahan bakar sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna. Nilai oktan pada bioetanol mencapai 96 -113 sedangkan nilai oktan bensin hanya 85 – 96 (Hambali dkk, 2007:50). Firman dan Liliyasi (1995:124) menyimpulkan bahwa mutu bensin ditentukan berdasarkan perbandingan pembakarannya dengan pembakaran bensin standar (campuran normal-heptana dan iso-oktana), semakin tinggi angka oktannya berarti mutunya semakin baik. Banyaknya iso-oktana dalam satuan persen pada campuran bensin standar itu dinyatakan sebagai angka oktana bensin. Sehingga semakin tinggi angka oktan bahan bakar maka pembakaran akan lebih sempurna dan efisiensi akan meningkat. Nilai oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap detonasi (Suyanto, 1989:133). Peristiwa detonasi ini tidak diharapkan terjadi pada mesin karena dapat meningkatkan kebisingan yang dihasilkan oleh mesin serta dapat merusak komponen-komponen mesin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh penambahan bioethanol dari tetes tebu pada bahan bakar bensin terhadap kebisingan mesin bensin empat langkah, dengan variasi persentase bioetanol 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% serta variasi putaran mesin 800 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2400 rpm dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) ada perbedaan kebisingan yang sangat signifikan akibat variasi campuran pada bensin dengan persentase bioethanol tetes tebu pada putaran 800 rpm tingkat kebisingan tertinggi 10% dan terendah 0%. (2) ada perbedaan kebisingan yang sangat signifikan akibat variasi campuran pada bensin dengan persentase bioethanol tetes tebu pada putaran 1200 rpm tingkat kebisingan tertinggi 15% dan terendah 25%. (3) ada perbedaan kebisingan yang sangat signifikan akibat variasi campuran pada bensin dengan persentase bioethanol tetes tebu pada putaran 1600 rpm tingkat kebisingan tertinggi 10% dan terendah 0%. (4) ada perbedaan kebisingan yang sangat signifikan akibat variasi campuran pada bensin dengan persentase bioethanol tetes tebu pada putaran 2000 rpm tingkat kebisingan tertinggi 10% dan terendah 25%. (5) ada perbedaan kebisingan yang sangat signifikan akibat variasi campuran pada bensin dengan

persentase bioethanol tetes tebu pada putaran 2400 rpm tingkat kebisingan tertinggi 10% dan terendah 25%.

Saran

Berdasarkan simpulan di atas, maka saran/rekomendasi yang diajukan dirumuskan sebagai berikut: (1) bagi penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pada mobil-mobil terbaru yang sudah mengaplikasikan teknologi injeksi untuk sistem bahan bakarnya, (2) bagi pemakai dari hasil penelitian ini, disarankan untuk memakai campuran minimal pada persentase bioetanol 25 % untuk menghindari kerusakan mesin akibat efek dari peningkatan tingkat kebisingan dan pengaruh kandungan yang terdapat di dalam bioetanol, (3) Melakukan penelitian dengan campuran bahan bakar bioetanol dari tetes tebu dan bensin merupakan salah satu dari berbagai sumber bahan bakar alternatif dari nabati, pada penelitian selanjutnya diharapkan mahasiswa khususnya jurusan teknik mesin dan mahasiswa pada umumnya mampu mengkaji tentang sumber bahan bakar nabati yang lain untuk membantu mengurangi kebisingan yang memberikan dampak negatif yang besar terhadap berbagai aspek kehidupan.

DAFTAR PUSTAKA

Arends, BMP & Barendschot, H. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.
Arikunto, S. 2002. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Edisi Revisi V. Jakarta: Rineka Cipta.

Arismunandar, W. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, ITB. Bandung.
Firman, H. & Liliarsari. 1995. *Kimia 1*. Jakarta: Balai Pustaka.
Hambali, dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.

- Handayani, S.U. 2006. Pemanfaatan Bio Etanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin, (Online), (<http://blog.its.ac.id/arifinbits/file/2008/12/pemanfaatan-ethanol.pdf>, diakses 26 Maret 2010).
- Isroi. 2008. *Membuat Bioetanol dari Tetes*, (Online), (<http://isroi.wordpress.com/2008/12/15/membuat-bioetanol-dari-tetes/>, diakses 21 Maret 2010).
- Nazir, M. 2005. *Metode Penelitian*. Bogor Selatan: Ghalia Indonesia.
- Pertamina. 2009. *Premium*, (Online), (http://www.pertamina.com/index.php?option=com_content&task=view&id=86&itemid=1079, diakses 12 Februari 2010).
- Petrovsky, N. 1979. *Marine Internal Combustion Engines*. Moscow, MIR Publisher.
- Prihandana Rama, dkk. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu*. Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka
- Saft7. 2007. *Automotive Tips and Sharing*, (Online), ([http://saft7.com-automotive tips and sharing](http://saft7.com-automotive-tips-and-sharing), diakses 14 April 2010).
- Sarwono, J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suyanto, W. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Tim Penyusun. 2010. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Toharisman, A. 2008. *Etanol dari Tebu*, (Online), (<http://sugarsearch.org/wp-content/uploads/2008/12/bietanol-agroobs.pdf>, diakses 12 Januari 2010).
- Wahyu. 2009. *Sejarah Ethanol untuk Bahan Bakar*, (Online), (<http://www.bioethanol.yolasite.com/index/sejarah-bioethanol>, diakses 21 Maret 2010).
- Wikipedia. 2010. *Bahan Bakar Etanol*, (Online), (http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar_etanol), diakses 31 Januari 2010).
- Wikipedia. 2010. *Bilangan Oktan*, (Online), (http://id.wikipedia.org/wiki/Bilangan_oktan, diakses 10 Februari 2010).
- Wikipedia. 2010. *Timbal*, (Online), (<http://id.wikipedia.org/wiki/Timbal>, diakses 8 April 2010).