



OPTIMASI SETINGAN MESIN PADA PENGGUNAAN GASOHOL E-15 DENGAN METODE TAGUCHI UNTUK MENDAPATKAN EMISI CO DAN HC YANG RENDAH

Budi Waluyo¹⁾, Saifudin²⁾

Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang^{1,2)}

Jalan. Mayjend Bambang Soegeng km 5 Mertoyudan Magelang, 56172. Indonesia^{1,2)}

Telp/Fax. (0293)326945

E-mail : otobudy@yahoo.com¹⁾, fudin_541@yahoo.com²⁾

ABSTRAK

Ethanol sebagai sumber energi alternatif untuk mesin bensin / Spark Ignition Engine (SIE) terus diteliti dikembangkan sebagai substitusi bahan bakar fosil (gasoline). Campuran gasoline dan ethanol lebih dikenal dengan nama gasohol. Dalam penelitian ini, setingan mesin (engine setting) dilakukan sebagai usaha untuk mendapatkan emisi gas buang yang paling kecil pada penggunaan E-15 (gasoline 85% dan Ethanol 15%) sebagai bahan bakar pada mesin mobil empat silinder inline konvensional. Emisi gas buang yang diteliti dalam penelitian ini hanya difokuskan pada emisi hidrokarbon (HC) dan carbon monoksida (CO). Metode Taguchi dengan orthogonal array L9 digunakan dalam disain penelitian ini. Faktor setingan waktu pengapian (timing ignition), celah katup (valve clearance), posisi tinggi pelampung (high float position) dan sudut dwell (dwell angle) dengan tiga level pada masing-masing faktor dipilih sebagai faktor yang diprediksi mempengaruhi penurunan emisi gas buang. S/N Ratio dan ANOVA digunakan untuk menentukan parameter setingan mesin optimum dengan karakteristik low is better dan kontribusi masing masing faktor yang mempengaruhi respon. Hasil penelitian menunjukkan setingan waktu pengapian level 10° BTDC, celah katup 0,15 mm in dan 0,25 mm ex, posisi tinggi pelampung 7,5 mm dan sudut dwell 58° dipilih untuk mendapatkan emisi CO yang minimum. Sedangkan untuk mendapatkan emisi HC minimum dipilih setingan waktu pengapian level 5° BTDC, celah katup 0,20 mm in dan 0,30 mm ex, posisi tinggi pelampung 5,0 mm dan sudut dwell 58°. Celah katup mempunyai kontribusi yang paling besar mempengaruhi respon.

Kata kunci: *gasohol, spark ignition engine, orthogonal array*

1. Pendahuluan

Semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil khususnya minyak bumi dan isu pencemaran udara memberikan isyarat kepada untuk segera beralih menggunakan bahan bakar yang bisa diperbaharui dan lebih ramah lingkungan. Sektor transportasi merupakan salah satu sektor yang memiliki kebutuhan energi dan mensuplai gas berbahaya yang cukup besar

Penggunaan alkohol sebagai bahan bakar kendaraan mulai diteliti dan diimplementasikan di Amerika Serikat (AS) dan Brazil sejak terjadinya krisis bahan bakar fosil di kedua negara tersebut pada tahun 1970-an. Brazil tercatat sebagai salah satu negara yang memiliki keseriusan tinggi dalam implementasi bahan bakar alkohol untuk keperluan kendaraan bermotor dengan tingkat penggunaan bahan bakar ethanol saat ini mencapai 40 persen secara nasional.



II. REVIEW LITERATUR DAN HIPOTESIS

Penelitian penggunaan bahan bakar ethanol murni (*dedicated*) maupun campuran dengan gasoline (*blending*) telah menjadi perhatian beberapa peneliti di bidang *Internal combustion engine*. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan diantaranya: Atok Setiyawan et.al. [2006] membandingkan campuran ethanol dan premium (E30) dan MTBE (Pertamax Plus) sebagai octane booster, menunjukkan bahwa etanol mempunyai unjuk kerja lebih rendah tetapi mempunyai ketahanan knocking yang lebih tinggi dibandingkan MTBE. Halvorsen [1998] menguji E10 dan E-85 pada mobil Cevrolet 3.1 liter susunan silinder V dengan sistem injeksi, menunjukkan bahwa bahwa dengan menaikkan rasio kompresi dari 9,71 menjadi 10,32 daya yang dihasilkan sama seperti pemakaian E-10 tetapi terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 21,6%. Jeuland [2004], meneliti ethanol murni pada motor bensin yang dilengkapi dengan turbocharger dan motor dimodifikasi pada sistem saluran bahan bakar, geometri silinder dan menaikkan rasio kompresi dari 9,5 menjadi 12,5. Pada beban penuh, torsi dan daya maksimum yang dihasilkan lebih besar 15% dibandingkan bahan bakar bensin. Hasan [2003] meneliti pengaruh campuran etanol (sampai dengan 25%) pada unleaded gasoline menunjukkan hasil bahwa penambahan etanol sampai dengan 20%, terjadi kenaikan unjuk kerja motor dan penurunan emisi gas buang (CO dan HC). Jia [2005] meneliti emisi gas buang (CO, HC dan THC: ethanol, acetaldyhade, aromatics, dll) pada sepeda motor 4 stroke-1 silinder berbahan E-10 yang diuji di chasis dynamometer sesuai dengan standar European Driving Cycle (ECE) menunjukkan hasil terjadi penurunan CO, HC, acetaldyhade dan ethylene sedangkan NOx tidak berubah secara signifikan. Topgul, et.al. [2006] meneliti pengaruh campuran etanol dan unleaded gasoline (E0, E10, E20, E40 dan E60), *ignition timing* dan *compression ratio* terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan torsi pada semua penambahan etanol terjadi pada *compression ratio* 10:1, penurunan CO terbesar (32%) terjadi ada E40 dan *compression ratio* 9:1 sedangkan penurunan HC terbesar (31%) terjadi pada E60 dan *compression ratio* 10:1. F. Yüksel, and B. Yüksel [2004] meneliti tentang penggunaan campuran ethanol dan gasoline pada SI engine dengan proporsi campuran 1.5, 3, 4.5, 6, 7.5, 9, 10.5 and 12% ethanol pada gasoline menunjukkan bahwa 7.5% ethanol paling cocok dan menghasilkan CO paling rendah.

Banyaknya kendaraan yang masih beroperasi di Indonesia yang masih berteknologi konvensional (Karburator dan pengapian platina) dan memang hanya disiapkan untuk menggunakan bahan bakar gasolin sebagai bahan bakarnya, tentu memerlukan setingan khusus dan juga pengkajian yang lebih mendalam untuk bisa menggunakan Gasohol sebagai



bahan bakar alternatif. Dalam hal ini peneliti mencoba untuk mengkaji ”Optimasi Setingan Mesin Pada Penggunaan Gasohol E-15 Dengan Metode Taguchi Untuk Mendapatkan Emisi CO Dan HC Yang Rendah”. Empat parameter setingan mesin yang dipilih dan diprediksi mempengaruhi emisi gas buang adalah:

Dalam penelitian ini penelitian menggunakan Toyota Kijang dengan type mesin 5K dan menggunakan campuran Ethanol - Gasoline 15% (E15). Karakteristik Campuran Ethanol –Gasoline terlihat pada tabel 2.1. Empat faktor setingan mesin dipilih dan diprediksi mempengaruhi kadar emisi gas buang.

Tabel 3.1 karakteristik campuran ethanol premium

No	Properties	Unit	E-0	E-5	E-10	E-15	E-20	E-30	E-40	E-100
1	Density	gr/cm ³	0,7204	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,793
2	Vapor Pressure	kPa	63,986	71,36	68,88	67,34	66,88	66,4	52,13	15,283
3	LHV	MJ/l	29,07	28,67	28,26	27,86	27,46	26,66	24,25	21,04
4	Viscosity	cSt (40C)	0,48	0,48	0,5	0,52	0,55	0,6	0,72	1,11
5	RON		88,62	90,61	91,89	94,7	97,06	99,5	104,21	127,43
6	Heat of Evaporation	KJ/kg	289,00	331,70	374,40	417,10	459,80	545,20	600,60	664,00

Empat faktor setingan mesin tersebut adalah:

A. Waktu Pengapian (*Timing Ignitions*)

Waktu pengapian merupakan saat busi (*plug*) memercikan bunga api listrik pada akhir langkah kompresi untuk menginisiasi pembakaran. Pada hampir semua mobil konvensional waktu pengapian bisa di seting dengan memutar bodi distributor (*delco*) pada saat mesin hidup dalam kondisi idle. Pembacaan waktu pengapian dengan *timing light*

Penyetelan waktu pengapian pada mesin merupakan salah satu hal yang penting untuk mendapatkan performa mesin dan emisi gas buang yang optimum. Waktu pengapian yang tepat juga akan mempengaruhi usia pakai (*life time*) dari mesin karena adanya batasan rasio kompresi pada motor bensin untuk tidak terjadinya fenomena knocking.

B. Celah Katup (*valve clearance*)

Mekanisme katup sebuah mesin kendaraan menuntut adanya celah (*clearance*) tertentu untuk performa mesin yang optimum dan untuk mendapatkan putaran idle yang stabil. Celah katup terlalu sempit akan menyebabkan durasi bukaan katup dan overlap yang lebih lama, dan begitu juga sebaliknya. Durasi bukaan katup dan overlap akan mempengaruhi durasi langkah kompresi dan juga langkah kerjanya.

C. Posisi Tinggi Pelampung (*high float position*)

Posisi tinggi pelampung adalah posisi pelampung dimana katup jarum pada sistem pelampung dalam kondisi tertutup dalam sistem bahan bakar konvensional (karburator).

Posisi tinggi pelampung akan mempengaruhi komposisi campuran udara dan bahan bakar, baik pada saat sistem idle bekerja maupun pada saat sistem utama yang bekerja.

Komposisi campuran bahan bakar yang terbentuk dalam karburator juga dipengaruhi oleh massa jenis dari bahan bakar cair yang digunakan. Setiap jenis bahan bakar mempunyai campuran Stoikiometri dengan udara yang berbeda, sehingga penggunaan bahan bakar yang berbeda menuntut penyesuaian posisi tinggi pelampung untuk mendapatkan performa mesin dan emisi yang optimum.

D. Sudut Dwell (*Dwell*)

Sudut dwell merupakan ukuran durasi waktu dimana sirkuit primer pada sistem pengapian tertutup untuk menghasilkan kemagnetan kumparan primer (primary windings) pada coil. Pada sistem pengapian konvensional, sudut dwell dipengaruhi oleh celah kontak platina, sehingga pada sistem pengapian konvensional, penyetelan sudut dwell dilakukan dengan penyetelan celah kontak platina.

Setiap faktor setingan mesin diambil tiga level pengujian dengan kondisi level pengujian dibawah setandar, standar dan diatas standar. Standar yang dipakai dalam pengujian ini berpedoman pada standar *manual book* yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat kendaraan yang di uji.

III. METODE Riset

Parameter setingan mesin yang dipilih terhadap respon pengujian dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Level	Waktu Pengapian deg BTDC	Celah Katup (mm)	Posisi Tinggi Pelampung (mm)	Sudut Dwell (degree)
1	5,00	0.15 (in) 0.25 (ex)	5,00	46,00
2	10,00	0.20 (in) 0.30 (ex)	6,50	52,00
3	15,00	0.25 (in) 0.35 (ex)	8,00	58,00

Disain Pengujian dengan metode Taguchi dipilih untuk mengetahui respon emisi gas buang (Carbon monoksida dan Hidrokarbon) dari empat faktor yang diprediksi akan mempengaruhi respon. Dengan metode taguchi, empat faktor dan tiga level setingan mesin, akan menghasilkan L9 Orthogonal Array seperti pada tabel 3.3.



Tabel 3.3 Disain L9 Ortogonal Array pengujian emisi gas buang

No Trial	Faktor Setingan Mesin				Respon	
	Waktu Pengapian deg BTDC	Celah Katup (mm)	Posisi Tinggi Pelampung (mm)	Sudut Dwell (degree)	Hidrocarbon	Carbon Monoksida
1	5,00	0.15 (in) 0.25 (ex)	5,00	46,00		
2	5,00	0.20 (in) 0.30 (ex)	6,50	52,00		
3	5,00	0.25 (in) 0.35 (ex)	8,00	58,00		
4	10,00	0.15 (in) 0.25 (ex)	6,50	58,00		
5	10,00	0.20 (in) 0.30 (ex)	8,00	46,00		
6	10,00	0.25 (in) 0.35 (ex)	5,00	52,00		
7	15,00	0.15 (in) 0.25 (ex)	8,00	52,00		
8	15,00	0.20 (in) 0.30 (ex)	5,00	58,00		
9	15,00	0.25 (in) 0.35 (ex)	6,50	46,00		

Pengujian emisi gas buang dilakukan dengan menggunakan alat uji *Engine Gas Analyser* Qrotec 401 yang mampu mengukur CO₂, O₂, CO, HC dan lamda. Konsentrasi CO, HC dan CO₂ diukur gas detektor *Nondispersive Infrared* (NDIR). Untuk O₂ diukur dengan metode elektrochemical. *Engine Gas Analyser* ini mempunyai range pengukuran CO 0,00 – 9,99 %, HC 0,0 – 9999 ppm, CO₂ 0.0 – 20,0 %, O₂ 0,10 – 25,0 % dan lamda 0,00 – 2,00. Alat ukur ini mempunyai ketelitian pengukuran CO : 0,01%, HC : 1 ppm, CO₂ : 0,1 %, O₂ : 0,01 % dan lamda : 0,1.

Pengujian kadar emisi gas buang dilakukan dengan cara memasang engine gas analizer pada pipa knalpot. Pengujian dilakukan berdasar prosedur kepmen Lingkungan hidup no 5 tahun 2006, yaitu masing pengujian (Trial) dilakukan sebanyak lima kali pengujian dan putaran uji stasioner. Dari lima kali pengujian pada setiap trial pengujian kemudian diambil rata-ratanya.

Signal to Noise Ratio(S/N) digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi variasi hasil/respon. Karakteristik low is better dipilih dalam analisa pada percobaan ini. Low is better merupakan karakteristik terukur non negatif dengan nilai ideal nol. Karakteristik dimana nilai yang dituju adalah suatu nilai terkecil. S/N Ratio untuk karakteristik kualitas *Lower is better* adalah:

$$S/NR = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right]$$

Dimana:

- n : Banyaknya penulangan setiap trial
- y : hasil/respon pada setiap trial.



IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian untuk pengujian Carbon monoksida dan Hidrokarbon ditunjukkan pada tabel 4.1. dan 4.2 sedangkan plot grafik S/N Ratio untuk Carbon monoksida dan Hidrokarbon ditampilkan pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian emisi CO

Eksp	Faktor				Emisi Carbon Monoksida (CO) (%)					
	A	B	C	D	1	2	3	4	5	Mean
1	5,00	15,00	5,00	46,00	3,81	3,81	3,81	3,88	3,82	3,83
2	5,00	20,00	6,50	52,00	4,38	4,43	4,48	4,33	4,25	4,37
3	5,00	25,00	8,00	58,00	3,63	3,60	3,40	3,62	3,64	3,58
4	10,00	15,00	6,50	58,00	3,50	3,45	3,55	3,49	3,61	3,52
5	10,00	20,00	8,00	46,00	4,52	4,42	4,45	4,69	4,34	4,48
6	10,00	25,00	5,00	52,00	3,60	3,66	3,54	3,57	3,59	3,59
7	15,00	15,00	8,00	52,00	3,73	3,73	3,64	3,73	3,70	3,71
8	15,00	20,00	5,00	58,00	4,55	4,49	4,89	4,38	4,47	4,56
9	15,00	25,00	6,50	46,00	4,21	4,40	4,57	4,36	4,46	4,40

Tabel 4.2 Data hasil pengujian emisi HC

Eksp	Faktor				Emisi Hidro Carbon (HC) (ppm)					
	A	B	C	D	1	2	3	4	5	Mean
1	5,00	15,00	5,00	46,00	460,0	461,0	451,0	449,0	450,0	454,2
2	5,00	20,00	6,50	52,00	229,0	230,0	221,0	224,0	231,0	227,0
3	5,00	25,00	8,00	58,00	647,0	648,0	539,0	542,0	524,0	580,0
4	10,00	15,00	6,50	58,00	575,0	578,0	532,0	668,0	604,0	591,4
5	10,00	20,00	8,00	46,00	394,0	426,0	456,0	514,0	433,0	444,6
6	10,00	25,00	5,00	52,00	653,0	688,0	543,0	525,0	698,0	621,4
7	15,00	15,00	8,00	52,00	626,0	634,0	623,0	634,0	637,0	630,8
8	15,00	20,00	5,00	58,00	251,0	225,0	242,0	223,0	216,0	231,4
9	15,00	25,00	6,50	46,00	481,0	502,0	520,0	539,0	506,0	509,6

Keterangan tabel 4.1 dan tabel 4.2:

- Faktor A : Waktu Pengapian [°BTDC]
- Faktor B : Celah Katup [$\times 10^{-2}$ mm]
- Faktor C : Posisi Tinggi Pelampung [mm]
- Faktor D : Sudut Dwell [Derajat]

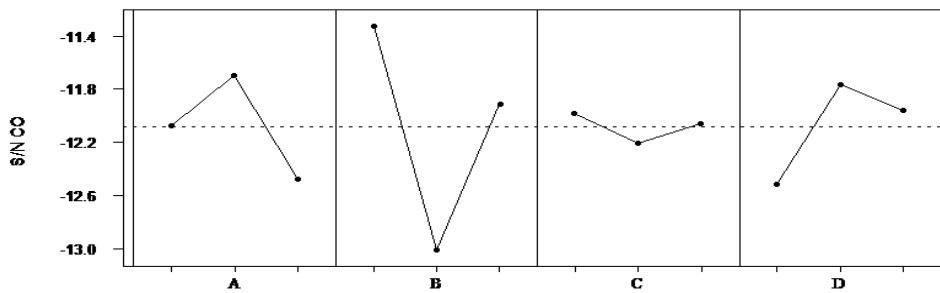
A. Analisa S/N Ratio

Hasil perhitungan S/N Ratio dengan menggunakan rumus S/N Ratio untuk karakteristik *Low is Better* dari disain pengujian untuk hasil emisi Carbon monoksida dan Hidrokarbon dari akan disajikan pada tabel 4.3.



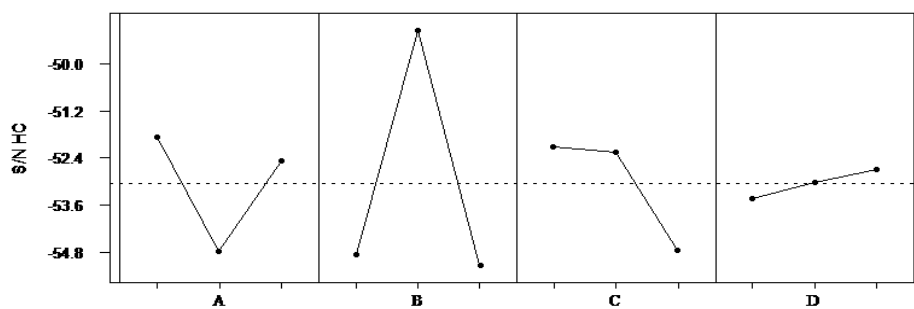
Eksp	Faktor				Respon CO	S/N CO	Respon HC	S/N HC
	A	B	C	D				
1	5,00	15,00	5,00	46,00	3,83	-11,66	454,20	-53,1455
2	5,00	20,00	6,50	52,00	4,37	-12,82	227,00	-47,1218
3	5,00	25,00	8,00	58,00	3,58	-11,08	580,00	-55,3081
4	10,00	15,00	6,50	58,00	3,52	-10,93	591,40	-55,4624
5	10,00	20,00	8,00	46,00	4,48	-13,04	444,60	-52,9943
6	10,00	25,00	5,00	52,00	3,59	-11,11	621,40	-55,9272
7	15,00	15,00	8,00	52,00	3,71	-11,38	630,80	-55,9981
8	15,00	20,00	5,00	58,00	4,56	-13,18	231,40	-47,301
9	15,00	25,00	6,50	46,00	4,40	-12,87	509,60	-54,1508

Main Effect Plot S/N Ratio



Gambar 4.1 Plot S/N Ratio untuk emisi carbon monoksida

Main Effect Plot S/N Ratio



Gambar 4.2 Plot S/N Ratio untuk emisi carbon monoksida

Hasil rekapitulasi nilai S/N dan ANOVA dari CO dan HC dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5 berikut.



Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Nilai S/N dan ANOVA dari Emisi Carbonmonoksida

Faktor	Degree of Freedom (DF)	Avarage S/N Value			Sum of Squares	Mean Square	Percentage of Contribution (%)
		Level 1	Level 2	Level 3			
Waktu Pengapian	2	-11,85	-11,69	-12,48	1,03	0,34	14,36
Celah Katup	2	-11,32	-13,01	-11,69	4,74	1,58	65,98
Posisi Tinggi Pelamp	2	-11,98	-12,21	-11,83	0,22	0,07	3,02
Sudut Dwell	2	-12,52	-11,77	-11,73	1,20	0,40	16,64
Error	0						
Total	8						100

Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Nilai S/N dan ANOVA dari Emisi Hidrokarbon

Faktor	Degree of Freedom (DF)	Avarage S/N Value			Sum of Squares	Mean Square	Percentage of Contribution (%)
		Level 1	Level 2	Level 3			
Waktu Pengapian	2	-51,86	-54,79	-52,48	14,35	4,78	14,75
Celah Katup	2	-54,87	-49,14	-55,13	68,77	22,92	70,68
Posisi Tinggi Pelamp	2	-52,12	-52,24	-54,77	13,36	4,45	13,73
Sudut Dwell	2	-53,43	-53,02	-52,69	0,82	0,27	0,85
Error	0						
Total	8						100

B. Analysis of Variance (ANOVA)

ANOVA digunakan untuk menentukan parameter setingan mesin yang secara signifikan mempengaruhi emisi carbon monoksida dan hidrokarbon. Tabel berikut memaparkan hasil nilai S/N dan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95 %

Dari tabel rekapitulasi nilai S/N dan ANOVA menunjukkan bahwa setingan celah katup mempunyai kontribusi terbesar untuk hasil emisi Carbon monoksida dan Hidrokarbon terendah. Hal ini disebabkan semakin sempit setingan celah katup akan menyebabkan durasi overlapping katup yang semakin besar. Overlapping katup akan mempengaruhi proses pembilasan pada motor 4 langkah, sehingga semakin sempit celah katup durasi pembilasan akan semakin lama, sehingga pembuangan gas bekas pembakaran akan semakin sempurna. Hal ini akan menyebabkan semakin kecilnya pengeluaran hidrokarbon saat kecepatan idle.

Emisi karbonmonoksida dan hidrokarbon pada *Internal Combustion Engine* proses pembakaran yang tidak sempurna (*Incomplet Combustions*). Pengukuran emisi dilakukan pada kecepatan idle, sehingga kecenderungan menghasilkan CO yang lebih banyak karena pada saat idle campuran bahan bakar dan udara pada kondisi idle ini cenderung lebih kaya. Kondisi ini akan menjadi lebih signifikan apabila celah katup semakin sempit, karena celah katup yang semakin sempit akan menghasilkan durasi bukaan katup yang lebih lama.



Faktor kedua yang mempunyai signifikansi terbesar dalam penurunan emisi carbon monoksida adalah sudut dwell. Besarnya sudut dwell akan berimplikasi pada besarnya tegangan tinggi yang disuplai ke busi (*plug*) yang akan menentukan kekuatan percikan listrik pada elektroda busi. Semakin besar panas yang diberikan elektroda busi untuk menginisiasi pembakaran akan menyempurnakan proses pembakaran itu sendiri, sehingga berimplikasi pada penurunan emisi carbon monoksida.

Faktor kedua yang mempunyai signifikansi terbesar dalam penurunan emisi hidrokarbon adalah waktu pengapian. Pada saat putaran idle, durasi proses pembakaran lebih lama dari pada ketika putaran yang lebih tinggi. Pemajuan waktu pengapian pada kondisi ini akan mengurangi durasi poses kompresi, sehingga semakin maju waktu pengapian akan menyebabkan pembakaran yang kurang sempurna karena kompresi yang lebih rendah dari pada pengapian yang lebih mundur.

V. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- A. Untuk mendapatkan pengaruh emisi Carbon Monoksida yang rendah pada penggunaan Gasohol E 15 perlu setingan waktu pengapian pada level 1(5° BTDC), celah katup pada level 1(15 mm in, 25 mm ex), posisi tinggi pelampung level 3 (8 mm), sudut dwell pada level 3 (58°).
- B. Untuk mendapatkan pengaruh emisi Hidrokarbon yang rendah pada penggunaan Gasohol E 15 perlu setingan waktu pengapian pada level 1(5° BTDC), celah katup pada level 2 (20 mm in, 30 mm ex), posisi tinggi pelampung level 1 (5 mm), sudut dwell pada level 3 (58°)
- C. Celah katup mempunyai kontribusi terbesar mempengaruhi hasil/respon emisi Carbon Monoksida dan Hidrokarbon.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Setiyawn, Atok, Yulianto dan Nugroho 2011, "Karakteristik Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Bahan Bakar Campuran Bioethanol Premium pada Motor Otto Silinder Tunggal dan Sistem Injeksi", Jurnal teknik Mesin, Vol.11, No.2 Mei 2011, hal.147-158

Halvorsen, Ken, C. [1998], "The Necessary Component of A Dedicated Ethanol Vehicle", Mater Thesis, University of Nebraska, USA.

Hasan "Effect of ethanol-unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission " Energy Conversion and Management 44, 1547-1561, 2003

Jeuland, N., et al. "Potentiality of Ethanol as a Fuel for Dedicated Engine." Oil & Gas Science and Technology, 2004: 559-570.



Jia, L.-W.; Shen, M.-Q.; Wang, J. & Lin, M.-Q. (2005). Influence of ethanol–gasoline blended fuel on emission characteristics from a four-stroke motorcycle engine. *Journal of Hazardous Materials* Vol.A123, pp. 29–34

M. S. Phadke, “Quality engineering using robust design,” Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989.
Topgül K, Uzun O, Anadol AZ, Gök A. Surgical management of enoxaparin-and/or warfarin-induced massive retroperitoneal bleeding: report of a case and review of the literature. *South Med J*.2005;98(1):104–106. doi: 10.1097/01.SMJ.0000145306.59008.4E.

Yüksel, F. & Yüksel, B. (2004). The use of ethanol–gasoline blend as fuel in a SI engine. *Renewable energy* Vol.29, pp.1181-1191