

JURNAL PENELITIAN

**PENGARUH JARAK KERENGANGAN CELAH ELEKTRODA BUSI TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA
SEPEDA MOTOR 4 TAK**

*Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang program Strata Satu pada
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh
SURYA RACHMADHI
NIM. 97770/2009

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PENGARUH JARAK KERENGGANGAN CELAH ELEKTRODA BUSI TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 4 TAK

Oleh

Surya Rachmadhi, Drs. Martias, M.Pd, Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc

Abstrak

Semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, mengakibatkan polusi udara semakin meningkat dengan emisi gas buang yang dikeluarkan dari hasil kendaraan, salah satunya polusi dari emisi gas buang yang dihasilkan pada sepeda motor. Kenyataan di lapangan dalam melakukan perawatan pada sepeda motor, khususnya jarak kerenggangan celah elektroda busi. Berdasarkan observasi bengkel-bengkel kecil banyak ditemukan pengukuran jarak celah busi tanpa diukur dengan filler gauge, padahal standar spesifikasi jarak celah busi berdampak pada proses pembakaran dan emisi gas buang yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh jarak kerenggangan celah elektroda busi terendah pada jarak celah busi standar (0,70mm) dengan persentase penurunan kadar emisi gas buang CO terendah yaitu sebesar 0,543%, dari perhitungan t-test diperoleh $t_{hitung} = 9,0897 > t_{tabel} = 2,920$. Untuk kadar emisi gas buang HC yang paling rendah yaitu 39,1111 ppm dan perhitungan t-test diperoleh $t_{hitung} = 3,9277 > t_{tabel} = 2,920$.

1. PENDAHULUAN

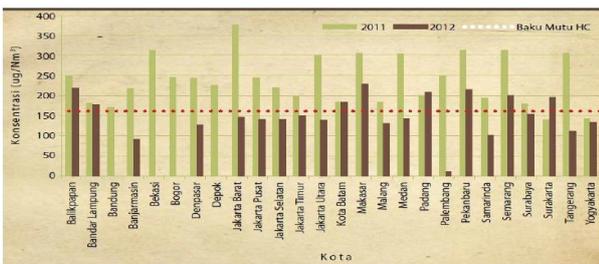
1.1 Latar Belakang

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menjadi salah satu sumber pencemaran udara di beberapa kota melebihi industri dan rumah tangga. Hal ini dapat kita lihat konsentrasi HC dan CO beberapa kota di Indonesia.

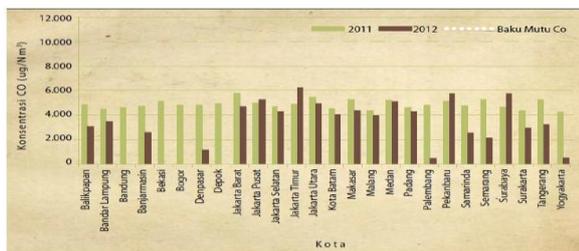
sepeda motor sebanyak 77.755.658 unit pada tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Jenis	Tahun		Pertumbuhan
		2011	2012	
1	Mobil	8.540.352	9.524.666	12%
2	Bus	1.920.038	1.954.288	1%
3	Kendaraan	4.257.381	4.723.315	11%
4	Sepeda Motor	69.204.675	77.755.658	12%
5	Ransus	270.611	280.372	4%
Jumlah		84.193.057	94.229.299	12%

Proses pembakaran yang tidak sempurna akan memicu terjadinya masalah. Masalah yang terjadi beragam, salah satunya adalah emisi yang melebihi standar. Standar emisi Euro-2 yang mulai diterapkan 1 Agustus 2006 oleh Menteri Lingkungan Hidup Ir. Rachmat Witoelar pada kendaraan roda dua seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:



Gambar 1. Konsentrasi HC di perkotaan tahun 2011-2012
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2012: 15



Gambar 2. Konsentrasi CO di perkotaan tahun 2011-2012
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2012: 17

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda Motor 2 Langkah	< 2010	4,5	12000	Idle
Sepeda Motor 4 Langkah	< 2010	5,5	2400	Idle
Sepeda Motor (2 langkah dan 4 Langkah)	≥ 2010	4,5	2000	Idle

Proses pembakaran yang kurang sempurna menghasilkan emisi gas buang yang berbahaya. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi emisi gas buang, salah satunya dari sistem pengapian yaitu busi. Busi berfungsi sebagai pemercik bunga api di ruang

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun semakin meningkat di Indonesia. Korlantas POLRI menghitung jumlah kendaraan

bakar untuk proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara didalam silinder. Jarak celah kerenggangan busi juga perlu diperhatikan, hal ini akan mempengaruhi percikan bunga api yang dihasilkan pada proses pembakaran. Alex, dkk (2007: 62) menyatakan bahwa “Spesifikasi jarak kerenggangan celah elektroda busi sepeda motor 0,70mm yang diukur dengan *feeler gauge*”. Jalius Jama (2008: 187) menyatakan “.....celah elektroda yang terlalu kecil akan berakibat loncatan bunga api rendah, elektroda cepat kotor. Celah elektroda yang renggang akan berakibat kebutuhan untuk meloncatkan bunga api lebih tinggi”. Pengukuran celah busi tidak standar akan berdampak dari hasil proses pembakaran serta menghasilkan emisi gas buang yang berbahaya dan konsumsi bahan bakar yang boros Crouse- Anglin (1993: 307) menyatakan “.....tinggi atau rendahnya loncatan bunga api pada busi yang menyebabkan proses pembakaran kurang sempurna dan berdampak pada emisi gas buang yang dihasilkan”. Berdasarkan permasalahan yang terurai, penulis tertarik untuk meneliti mengenai “Pengaruh Jarak Kerenggangan Elektroda Busi terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 4 Tak”.

2. KERANGKA TEORITIS

2.1 Emisi Gas Buang

2.1.1 Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida (CO) adalah hasil dari pembakaran yang tidak lengkap karena jumlah udara yang tidak cukup pada campuran bahan bakar dan udara atau tidak cukupnya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran.

Keracunan gas CO timbul sebagai akibat terbentuknya karboksihemoglobin (COHb) dalam darah. Afinitas CO yang lebih besar dibandingkan oksigen (O₂) terhadap Hb menyebabkan fungsi Hb untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh terganggu”.

Berkurangnya penyediaan oksigen keseluruhan tubuh ini akan membuat sesak nafas dan dapat menyebabkan kematian, apabila tidak mendapat udara segar kembali.

2.1.2 Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon (HC) adalah polutan udara yang berupa gas, cairan atau padatan karena dilepaskan ke udara secara langsung. HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walaupun HC juga bersifat toksik. Sifat toksin HC akan lebih tinggi kalau berupa bahan pencemar gas, cairan dan padatan. Hal ini karena padatan HC (partikel) dan HC cairan akan membentuk ikatan-ikatan baru dengan bahan pencemar lainnya. Ikatan baru ini disebut sebagai *Polycyclic Aromatic*.

2.2 Proses Pembakaran

2.2.1 Pembakaran Sempurna

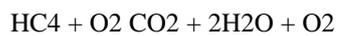
Pembakaran didalam selinder disebut normal ketika percikan bunga api dari busi menimbulkan nyala api dan merambat keseluruhan selinder dengan kecepatan dan bentuk yang merata sehingga dapat membakar habis campuran bahan bakar dan udara didalam silinder.

2.2.2 Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang terjadi akibat terbakarnya bahan bakar dengan sendiri yang tidak terkontrol dan terdengar suara pukulan-pukulan yang pelan atau keras dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dan merata sehingga menimbulkan masalah atau kerusakan pada bagian-bagian dari motor akibat dari pembakaran yang tidak sempurna.

2.2.3 Pembakaran Tidak Lengkap

Pembakaran yang tidak lengkap yaitu pembakaran yang ada kelebihan atau kekurangan oksigen atau hidrogen". Contoh reaksi pembakaran yang kelebihan oksigen yaitu:



Contoh reaksi pembakaran yang kelebihan oksigen (campuran kurus) yaitu:

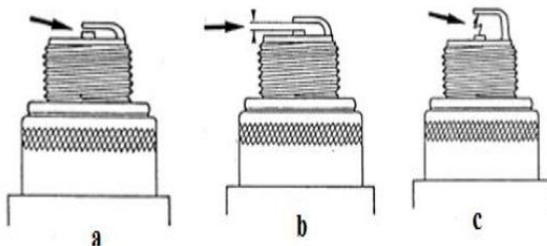


2.3 Celah Busi

Celah busi adalah celah antara elektroda tengah (*center*) dengan elektroda ground menggunakan alat ukur *feeler gauge*, celah tersebut dapat diketahui dan dilakukan penyetelan jika terlalu renggang atau juga terlalu sempit. Ukuran celah busi yang tepat akan memberikan percikan bunga api yang fokus dan kuat sehingga proses pembakaran yang lebih baik terjadi di dalam mesin.

2.4 Pengaruh Celah Busi Terhadap Emisi Gas Buang

Ukuran celah busi yang tepat atau sesuai (**b**) akan memberikan percikan bunga api yang fokus dan kuat sehingga proses pembakaran yang lebih baik terjadi di dalam mesin. Celah elektroda yang terlalu kecil (**a**) akan berakibat percikan loncatan bunga api rendah, elektroda cepat kotor.



Gambar 10. Variasi celah busi
Sumber: Boentarto (2005:7)

Celah elektroda yang renggang (**c**) akan berakibat percikan loncatan bunga api lebih tinggi. Selain itu celah busi yang terlalu renggang juga bisa menyebabkan mesin agak sulit dihidupkan. Tinggi atau rendahnya loncatan bunga api pada busi yang menyebabkan proses pembakaran kurang sempurna sehingga berdampak pada kadar emisi gas buang yang dihasilkan.

3. Metode Penelitian

3.1 Persiapan Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Sepeda Motor Yamaha Byson
- Four gas analyzer*
- Toolset
- RPM tester
- Termometer digital
- Sparkplug Tester*

3.2 Pengujian

Pengujian emisi gas buang CO dan HC dilakukan pada masing-masing putaran mesin sebanyak tiga kali pengujian dengan putaran mesin yaitu 1500 rpm, 2500 rpm, dan 3500 rpm dengan alat uji emisi four gas analyzer yang dilakukan di Workshop Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Data hasil pengujian emisi gas buang dengan jarak celah busi standar (0,70mm)

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	Celah busi standar (0,70mm)			
		CO (%)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	0,08	0,07	0,04	0,06333
2500	85	0,14	0,15	0,18	0,15667
3500	85	1,75	1,24	1,14	1,41

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	HC (ppm)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	36	38	41	38,3333
2500	85	27	25	34	28,6667
3500	85	57	57	37	50,3333

4.1.2 Data hasil pengujian emisi gas buang dengan jarak celah busi renggang (0,90mm)

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	Celah busi renggang (0,90mm)			
		CO (%)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	0,18	0,19	0,29	0,22
2500	85	0,46	0,49	0,48	0,47667
3500	85	2,22	2,28	2,28	2,26

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	HC (ppm)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	43	46	47	45,3333
2500	85	49	37	40	42
3500	85	88	94	92	91,3333

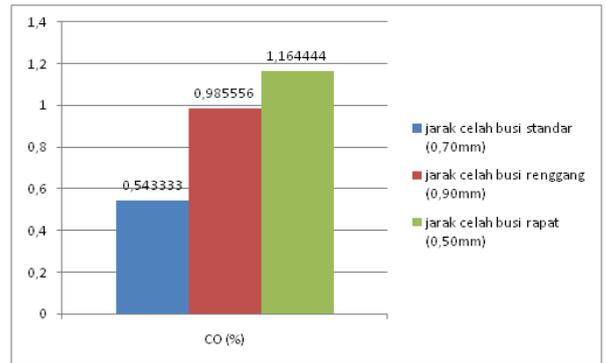
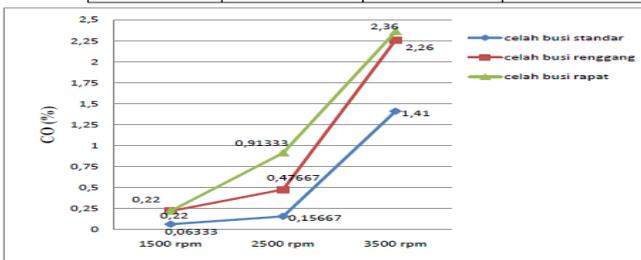
4.1.3 Data hasil pengujian emisi gas buang dengan jarak celah busi rapat (0,50mm)

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	Celah busi rapat (0,50mm)			
		CO (%)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	0,26	0,25	0,15	0,22
2500	85	0,84	0,89	1,01	0,91333
3500	85	2,49	2,21	2,38	2,36

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	HC (ppm)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	47	68	59	58
2500	85	40	38	45	41
3500	85	82	80	97	86,3333

4.1.4 Grafik dan Bagan Pengujian rata-rata nilai CO

Putaran Mesin (Rpm)	Celah busi standar (0,70mm)	Celah busi renggang (0,90mm)	Celah Busi Rapat (0,50mm)
1500	0,06333	0,22	0,22
2500	0,15667	0,47667	0,91333
3500	1,41	2,26	2,36
Jumlah	1,63	2,95667	3,49333
Rata-rata	0,543333	0,985556	1,164444

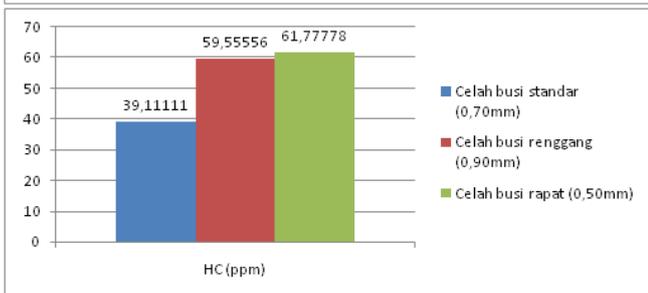
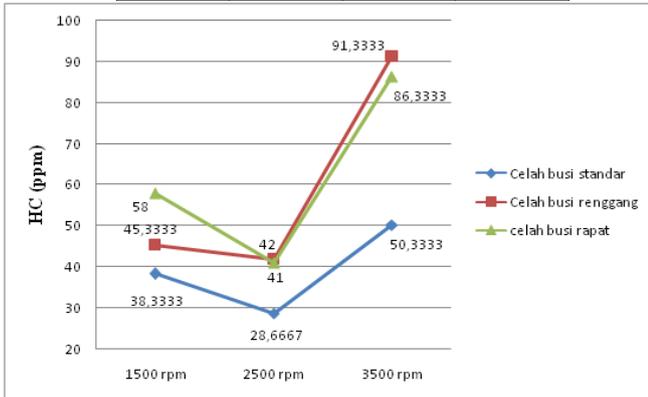


Berdasarkan grafik dan bagan pengujian rata-rata kadar CO (4.1.4) kadar emisi gas buang terendah terdapat pada putaran mesin 1500 Rpm yaitu 0,06333% dan tertinggi pada putaran 3500 Rpm yaitu 1,41% celah busi standar (0,70mm), sedangkan hasil pengujian rata-rata celah busi renggang (0,90mm) kadar emisi gas buang terendah terdapat pada putaran 1500 Rpm yaitu 0,22% dan tertinggi pada putaran mesin 3500 Rpm yaitu 2,26%. Celah busi rapat kadar emisi gas buang terendah terdapat pada putaran 1500 Rpm yaitu 0,22% dan putaran tertinggi pada putaran mesin 3500 Rpm yaitu 2,36%.

Grafik 4.1.4 menunjukkan peningkatan kadar emisi gas buang CO, semakin tinggi putaran mesin kadar CO semakin meningkat. Seperti yang terlihat pada grafik diatas kadar emisi gas buang yang terkecil terdapat pada jarak celah busi standar (0,70mm) dibandingkan dengan jarak celah busi renggang dan rapat.

4.1.5 Grafik dan Bagan Pengujian rata-rata nilai HC

Putaran Mesin (Rpm)	Celah busi standar (0,70mm)	Celah busi renggang (0,90mm)	Celah Busi Rapat (0,50mm)
1500	38,33333	45,33333	58
2500	28,66667	42	41
3500	50,33333	91,33333	86,33333
Jumlah	117,3333	178,6667	185,3333
Rata-rata	39,11111	59,55556	61,77778



Berdasarkan grafik dan bagan pengujian rata-rata diatas (4.1.5) kandungan HC terendah terdapat pada putaran mesin 2500 RPM yaitu 28,6667 ppm dan tertinggi pada putaran 3500 RPM yaitu 50,3333 ppm celah busi standar (0,70mm), sedangkan pengujian rata-rata celah busi renggang (0,90mm) kandungan HC terendah terdapat pada putaran mesin 2500 RPM yaitu 42 ppm dan tertinggi pada putaran mesin 3500 yaitu 91,3333 ppm. Untuk pengujian kadar HC rata-rata jarak celah busi rapat terendah terdapat pada putaran 2500 Rpm yaitu 41 ppm, sedangkan kadar HC tertinggi terdapat pada putaran mesin 3500 Rpm yaitu 86,3333 ppm.

Grafik 4.1.5 menunjukkan peningkatan kadar emisi gas buang CO, semakin tinggi putaran mesin kadar HC semakin meningkat. Seperti yang terlihat pada grafik diatas kadar emisi gas buang yang terkecil terdapat pada jarak celah busi standar (0,70mm)

dibandingkan dengan jarak celah busi renggang dan rapat.

4.2 Pembahasan

Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, yaitu untuk mengetahui seberapa besar signifikan atau tidak signifikan pengaruh jarak celah elektroda busi standar, renggang dan rapat, maka dianalisis dengan menggunakan rumus t-test sebagai berikut:

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2}} \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}}}$$

Dimana :

- t = Nilai t_{hitung}
- $H_0 : [(\mu_x - \mu_y) = 0]$
- \bar{x} = Rata - rata sampel ke-1
- \bar{y} = Rata - rata sampel ke-2
- S_x = Standar deviasi sampel 1
- S_y = Standar deviasi sampel 2
- n_x dan n_y = Jumlah sampel

Setelah dilakukan analisis data dengan uji t tes pada hasil pengujian kadar CO dan HC, didapatkan hasil t tes yang signifikan dengan analisis data pada taraf signifikan 5 % dengan t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} , dimana t_{tabel} didapatkan sebesar 2,920

4.2.1 Data hasil pengujian kadar CO dengan menggunakan uji t.

Variabel	RPM	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	s_x	s_y	T test	Signifikan 5% ($t_{tabel}=2,920$)
Celah busi renggang	1500	0,06333	0,22	3	3	0,02082	0,06083	4,2233	signifikan
	2500	0,15667	0,47667	3	3	0,02082	0,01528	21,479	signifikan
	3500	1,41	2,26	3	3	0,29445	0,03464	4,9688	signifikan
Celah busi rapat	1500	0,06333	0,22	3	3	0,02082	0,06083	4,2233	signifikan
	2500	0,15667	0,91333	3	3	0,02082	0,08737	14,601	signifikan
	3500	1,41	2,36	3	3	0,29445	0,14107	5,0428	signifikan
Rata-rata T_{hitung}								9,0897	signifikan

4.2.2 Data hasil pengujian kadar HC dengan menggunakan uji t.

Variabel	RPM	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	s_x	s_y	T test	Signifikan 5% ($t_{tabel}=2,920$)
Celah busi renggang	1500	38,33333	45,33333	3	3	2,51661	2,08167	3,7146	signifikan
	2500	28,66667	42	3	3	4,72582	6,245	2,9506	signifikan
	3500	50,33333	91,33333	3	3	11,547	3,05505	5,949	signifikan
Celah busi rapat	1500	38,33333	58	3	3	2,51661	10,5357	3,1466	signifikan
	2500	28,66667	41	3	3	4,72582	3,60555	3,5959	signifikan
	3500	50,33333	86,33333	3	3	11,547	9,29157	4,2096	signifikan
Rata-rata T_{hitung}								3,9277	signifikan

Berdasarkan tabel analisa data hasil pengujian kadar CO dengan menggunakan uji t dibandingkan

dengan t_{tabel} . Perbandingan kadar emisi gas buang CO dengan celah busi renggang (0,90mm) didapatkan rata-rata nilai t_{hitung} 10,2237 lebih besar dari t_{tabel} 2,920. Perbandingan rata-rata nilai celah busi rapat (0,50mm) t_{hitung} 7,9557 lebih besar dari t_{tabel} 2,920.

Hasil pengujian dengan menggunakan uji t pada 4.2.2 maka di dapatkan kadar emisi gas buang HC dengan t_{tabel} . Perbandingan kadar emisi gas buang HC dengan celah busi busi renggang (0,90mm) didapatkan rata-rata nilai t_{hitung} 4,2047 lebih besar dari t_{tabel} 2,920. Perbandingan rata-rata nilai celah busi rapat (0,50mm) t_{hitung} 3,6507 lebih besar dari t_{tabel} 2,920.

Perbedaan rata-rata kadar emisi gas buang CO yang dihasilkan oleh jarak celah busi standar (0,70mm) lebih rendah 0,4422% dibandingkan dengan kadar CO yang dihasilkan oleh jarak celah busi renggang (0,90mm). Pada jarak celah busi renggang kadar emisi gas buang CO lebih rendah 0,1788% dibandingkan dengan kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh jarak celah rapat (0,50mm). Menurut Sukoco (2009: 37) *Karbon Monoksida* (CO) yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

- Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- Reaksi antara karbondioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- Pada suhu tinggi karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan oksidasi.

Marthur dan Sharma (1980: 620), “Karbon monoksida merupakan hasil dari pembakaran yang tidak lengkap karena jumlah udara yang tidak cukup pada campuran bahan bakar dan udara atau tidak cukupnya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran”. Berdasarkan kutipan teori dari Mathur dan Sharma pengaruh jarak celah busi standar (0,70mm) dapat menghindari waktu yang tidak cukup pada siklus. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa

dengan jarak celah busi standar (0,70mm) kandungan CO yang dihasilkan sepeda motor 4 Tak lebih rendah dibandingkan dengan jarak celah busi renggang (0,90mm) dan jarak celah busi rapat (0,50mm).

Hasil penelitian kadar HC menunjukkan bahwa pengaruh jarak celah busi standar (0,70mm) yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan kadar HC pada celah busi renggang (0,90mm) dan celah busi rapat (0,50mm). Hal tersebut disebabkan karena kualitas dari tinggi atau rendahnya percikan bunga api busi yang dihasilkan. Crouse- Anglin (1993: 307) menyatakan “.....tinggi atau rendahnya loncatan bunga api pada busi yang menyebabkan proses pembakaran kurang sempurna sehingga berdampak pada kadar emisi gas buang yang dihasilkan”.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Setelah dilakukan pengujian kadar emisi gas buang pada sepeda motor dengan dengan uji t_{test} , kadar emisi terendah terjadi pada jarak celah busi standar dengan kadar CO sebesar 0,4422% dan hasil rata-rata uji t dinyatakan signifikan dengan $t_{hitung} = 9,0897$ lebih besar dari $t_{tabel} = 2,920$. Pengaruh jarak celah busi standar dibandingkan dengan jarak celah busi renggang (0,90mm) dan rapat (0,50mm) kadar emisi terendah terjadi pada jarak celah busi standar dengan kadar HC 20,4445% dan hasil rata-rata uji t dinyatakan signifikan dengan $t_{hitung} = 3,9277$ lebih besar dari $t_{tabel} = 2,920$.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi . 2000. Manajemen Penelitian. Jakarta: Rineka Cipta
- Boentarto. 2005. Cara Pemeriksaan Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor. Yogyakarta: Andi Offset
- Bonnick, Allan. 2013. Automotive Science and Mathematics. Burlington: Elsevier
- Faiz, Asif, Weaver, Cristopher s & Walsh, Michael P. 1996. Air Pollution from Motor Vehicles Standards and Technologies For Controlling Emissions. Wasington.D.C: World Bank
- Gupta, H N. 2009. Fundamental Of Internal Combustion Engines. Delhi: PHI Learning Private Limited
- Halderman, James.D . 2012. Kimia Organik.Jakarta: Erlangga
- Heywood, Jhon B. 1988. Internal Combustion Engine Fundamentals. United States Of Amerika: McGraw-Hill
- Hidayat, Wahyu. 2012. Motor Bensin Modern. Jakarta: Rineka Cipta
- Jalius Jama dan Wagino. 2008 . Teknologi Sepeda Motor Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2012. Status Lingkungan Hidup Indonesia 2012 Pilar lingkungan Hidup Indonesia. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Korlantas Polri. 2012. Korp Lalu Lintas Polisi Republik Indonesia. Jakarta
- Lipson, Charles, Sheth, Narendra J. 1973. Statistical Design And Analysis Of Engineering Experiments. Tokyo: McGraw-Hill
- Mathur, M.L. , R. P. Sharma. 1980. A Course in Internal Combustion Engines. Delhi: J. C. Kapur
- Moestikahadi, Soedomo. 2001. Pencemaran Udara. Bandung: ITB Bandung
- Mustafa. 2009. Analisis Pengaruh Variasi Celah Busi Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Toyota Starlet Journal Vol 10: 1. Madiun: Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun.
- Paulo Mangesa, Daud. 2009. Pengaruh Penggunaan Busi NGK Platinum C7HVX Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah 110cc Journal Vol 1: 3
- Pulkrabek, Willard W. 2004. Engineering Fundamental of the Internal Combustion Engine second edition. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- Santoso, Alex. 2007. Belajar Merawat dan Memperbaiki Sepeda Motor. Yogyakarta: Absolut
- Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara.Yogyakarta: Kanisius
- Sudiyono, Anas. 2003. Pengantar Statistik Dasar. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Sugiyono. 2007. Statistika untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitati dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Suyanto, Wardan. 1989. Teori Motor Bensin. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Tinggi.
- Tim Penyusun UNP. 2009. Buku Panduan Penelitian Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Turns, Sthepen R. 2000. An Introduction To Combustion Concept and Aplications. Singapore: McGraw-Hill
- William H. Crouse & Donald L. Anglin. 1993. Automotive mechanics. New York: McGraw-Hill.
- Wardhana, Wisnu. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Andi offset.
- Zainal Sukoco. (2009). Pengendalian polusi kendaraan. Bandung : Alfabeta