

**PENGARUH VARIASI TEKANAN KOMPRESI DENGAN BAHAN
BAKAR PERTALITE TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA
SEPEDA MOTOR HONDA BEAT PGM FI 2013**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan Teknik Program studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif FT-UNP Padang*



Oleh :

DIAN SYAFRINATA

NIM. 1302750

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**Pengaruh Variasi Tekanan Kompresi dengan Bahan
Bakar Pertalite Terhadap Emisi Gas Buang Pada
Sepeda Motor Honda Beat PGM FI 2013**

Oleh :

Nama : Dian Syafrinata

Nim/BP : 1302750/ 2013

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 04 Januari 2019

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd
NIP.19600303 198503 1 001

Pembimbing II



Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc
NIP.19790118 200312 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

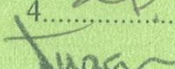
**Judul : Pengaruh Variasi Tekanan Kompresi Dengan Bahan Bakar Pertalite
Terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Honda Beat PGM FI
2013**

Nama : Dian Syafrinata
NIM/BP : 1302750/2013
Jurusan : Teknik Otomotif
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 04 Januari 2019

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd	(Ketua)	1. 
2. Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc	(Sekretaris)	2. 
3. Dr. Hasan Maksum, MT	(Anggota)	3. 
4. Drs. Martias, M.Pd	(Anggota)	4. 
5. Drs. M. Nasir, M.Pd	(Anggota)	5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
TINGGI UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751)7055922, FT: (0751)705644, 445118, Fax.

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Dian Syafrinata**
NIM/TM : 1302750/2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Pengaruh Variasi Tekanan Kompresi Dengan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Honda Beat PGM FI 2013”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 04 Januari 2019
Saya yang menyatakan,



Dian Syafrinata
NIM. 1302750/2013

ABSTRAK

Dian Syafrinata : Pengaruh Variasi Tekanan Kompresi Dengan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Honda Beat PGM FI 2013

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada pengaruh tekanan kompresi terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda Beat PGM FI 2013. Penelitian ini dirumuskan masalah seberapa besar pengaruh tekanan kompresi tersebut pada emisi gas buang sepeda motor Honda Beat PGM FI 2013. Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh dari tekanan kompresi terhadap emisi gas buang Honda Beat PGM FI 2013.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 27 Agustus – 27 September 2018 di Workshop Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Penelitian ini menggunakan 3 variasi tekanan kompresi, diantaranya tekanan kompresi standar (11 kpa), tekanan kompresi setelah mengurangi kepala silinder 1 mm (12 kpa) dan tekanan kompresi setelah mengurangi kepala silinder 2 mm (13 kpa). Serta satu unit sepeda motor Honda Beat PGM FI 2013. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran mesin 1700 rpm, 2700 rpm dan 3700 rpm. Pada tiap-tiap tekanan kompresi dilakukan 3 kali percobaan. Serta pada tiap-tiap percobaan perlakuannya sama.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kandungan emisi gas buang HC dan CO Honda Beat PGM FI yaitu setelah meningkatkan tekanan kompresi dari tekanan kompresi standar (11 kpa) menjadi tekanan kompresi 12 kpa pada putaran mesin 1700 rpm menurunnya HC sebesar 90,3 ppm (28,73%) dan menurunnya CO sebesar 0,05 (7,35%), pada putaran 2700 rpm menaikkan HC 83,7 ppm (32,9%) dan menurunkan CO sebesar 83,7 (55,74%) dan pada putaran 3700 rpm menaikkan HC sebesar 117,7 ppm (45,24%) dan menurunkan CO sebesar 0,95 (80,83%). Jika tekanan kompresi standar (11 kpa) menjadi tekanan kompresi 13 kpa pada putaran mesin 1700 rpm menurunnya HC sebesar 20,3 ppm (6,46%) dan menurunnya CO sebesar 0,43 (63,24%), pada putaran 2700 rpm menaikkan HC 76,4 ppm (30,39%) dan menaikkan CO 0,17 (21,80%) dan pada putaran 3700 rpm menaikkan HC sebesar 5 ppm (3,52%) dan menaikkan CO sebesar 0,47 (55,29%).

Kata kunci: Tekanan Kompresi, Emisi Gas Buang

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Tekanan Kompresi Dengan Bahan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Beat PGM FI 2013”** yang mana merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan Program Studi Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis belum tentu dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd Pembimbing I yang telah mencurahkan ilmu, perhatian serta waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc. Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif sekaligus sebagai Pembimbing 2 yang telah mencurahkan ilmu, perhatian serta waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.

5. Staf dosen serta karyawan/i Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Teristimewa kepada kedua Orang Tua dan keluarga besar penulis yang selalu memberi motivasi, semangat dan do'a dalam penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif tahun masuk 2013 / 2014 yang telah memberi motivasi serta semangat kepada penulis.

Semoga bantuan, bimbingan dan arahan yang Bapak/Ibu dan Teman-teman berikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis mengharapkan kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 04 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Asumsi penelitian.....	4
G. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Kajian Teori.....	6
B. Penelitian Relevan.....	20
C. Kerangka Konseptual.....	21
D. Hipotesis	22

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian.....	23
B. Desain Operasional.....	24
C. Variabel Penelitian.....	24
D. Objek Penelitian.....	25
E. Jenis Dan Sumber Data.....	27
F. Instrument Pengumpulan Data.....	27
G. Prosedur Penelitian.....	28
H. Teknik Pengumpulan Data.....	31
I. Teknik Analisa Data.....	33

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Penelitian.....	36
B. Pembahasan.....	37
C. Keterbatasan Penelitian.....	44

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA.....	47
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	49
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Konseptual.....	21
Gambar 2. Beat PGM FI Tahun 2013.....	26
Gambar 3. Grafik hasil rata-rata pengujian kandungan emisi gas buang HC menggunakan tekanan kompresis tandar (11kpa) dengan Tekanan kompresi setelah pengurangan kepala silinder 1 mm (12kpa) dan tekanan kompresi setelah pengurangan kepala silinder 2 mm (13kpa).....	39
Gambar 4. Grafik hasil rata-rata pengujian kandungan emisi gas Buang CO menggunakan tekanan kompresi standar (11kpa) dengan tekanan kompresi setelah pengurangan Kepala silinder 1 mm (12kpa) dan tekanan kompresi setelah Pengurangan kepala silinder 2 mm (13kpa).....	40
Gambar 5. Mengukur tekanan kompresi standar Honda Beat Pgm FI 2013.....	94
Gambar 6. Tekanan kompresi standar (11 kpa).....	95
Gambar 7. Tekanan kompresi setelah pengurangan kepala silinder 1 mm (12 kpa).....	96
Gambar 8. Tekanan kompresi setelah pengurangan kepala silinder 2 mm (13 kpa).....	96
Gambar 9. Mengatur putaran mesin (rpm).....	97
Gambar 10. Mengukur suhu.....	98
Gambar 11. Suhu 70-80 derjat celcius.....	98
Gambar 12. Melakukan pemanasan dan pengaturan four gas analyzer.....	99

Gambar 13. rpm 1700.....	100
Gambar 14. rpm 2700.....	100
Gambar 15. rpm 3700.....	101
Gambar 16. Melakukan pengujian 1.....	101
Gambar 17. Melakukan pengujian 2.....	102
Gambar 18. Melakukan pengujian 3.....	103
Gambar 19. Mengatur waktu setiap pengujian yaitu 60 detik.....	104
Gambar 20. Melakukan print data.....	105
Gambar 21. Pengukuran kepala silinder standar Honda Beat PGM FI 2013.....	105
Gambar 22. Panjang kepala silinder standar 95 mm.....	106
Gambar 23. Pembokaran sepeda motor untuk pemotongan kepala silinder 1 mm.....	106
Gambar 24. Pemotongan kepala silinder 1 mm.....	107
Gambar 25. Pengukuran kepala silinder setelah dilakukan pemotongan 1mm..	107
Gambar 26. Panjang kepala silinder setelah dipotong 1 mm yaitu 94 mm.....	108
Gambar 27. Penyekiran klep supaya tidak ada kebocoran tekanan kompresi...	108
Gambar 28. Pemasangan setelah pemotongan kepala silinder 1 mm.....	109
Gambar 29. Pembongkaran sepeda motor untuk pemotongan kepala silinder 2 mm.....	109
Gambar 30. Pelepasan kepala silinder.....	110
Gambar 31. Pemotongan kepala silinder 2 mm.....	110
Gambar 32. Pengukuran kepala silinder.....	111
Gambar 33. Panjang kepala silinder setelah dilakukan pemotongan 2 mm yaitu 93 mm.....	111
Gambar 34. Pemasangan kepala silinder setelah pemotongan 2 mm.....	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar jenis bahan bakar dan nilai oktanya.....	2
Tabel2. Spesifikasi Honda Beat PGM FI 2013.....	26
Tabel 3. Pengujian Kandungan emisi gas buang HC dan CO dengan Tekanan kompresi standar.....	32
Tabel 4. Pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO dengan tekanan kompresi setelah mengurangi kepala silinder1mm.....	32
Tabel 5. Pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO dengan Tekanan kompresi setelah mengurangi kepala silinder 2mm.....	32
Tabel 6.Data hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO dengan tekanan kompresi standar.....	36
Tabel 7.Data hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO dengan tekanan kompresi setelah mengurangi kepala silinder 2 mm.....	36
Tabel 8. Data hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO Dengan tekanan kompresi setelah mengurangi kepala silinder 2 mm.....	37
Tabel 9. Rata – rata hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO....	37
Tabel 10. Rata – rata hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO..	38
Tabel 11. Rata – rata hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC dan CO..	39
Tabel 12.Analisa data hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC dengan menggunakan uji t tekanan 12 kpa (x) dengan tekanan 11kpa (y).....	42
Tabel 13.Analisa data hasil pengujian kandungan emisi gas buang	

CO dengan menggunakan uji t tekanan 12kpa (x) dengan tekanan 11kpa (y).....	42
Tabel 14. Analisa data hasil pengujian kandungan emisi gas buang	
HC dengan menggunakan uji t tekanan 13kpa (x) dengan tekanan 11kpa (y).....	42
Tabel 15. Analisa data hasil pengujian kandungan emisi gas buang	
CO dengan menggunakan uji t tekanan 13kpa (x) dengan tekanan 11kpa (y).....	42
Tabel 16. Analisa data hasil pengujian kandungan emisi gas buang	
HC dengan menggunakan uji t tekanan 13kpa (x) dengan tekanan 12kpa (y).....	43
Tabel 17. Analisa data hasil pengujian kandungan emisi gas buang	
CO dengan menggunakan uji t tekanan 13kpa (x) dengan tekanan 12kpa (y).....	43

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang saat ini banyak kita ditemukan dalam aktifitas sehari-hari, seperti sepeda motor dan mobil umumnya. Penggunaan transportasi tersebut merupakan suatu kemudahan bagi masyarakat agar tepat waktu, memberikan kesan aman dan nyaman dalam perjalanan. Perkembangan yang terjadi pada kendaraan bermotor bukan hanya pada keluaran terbaru dari suatu kendaraan, tetapi juga suku cadang yang sudah mengalami modifikasi.

Hampir semua sistem pada teknologi otomotif, baik sepeda motor maupun mobil bisa dimodifikasi. Modifikasi pada kendaraan yang bertujuan untuk mendapatkan unjuk kerja motor yang lebih baik dari sebuah sistem kerja yang standar, dengan merubah spesifikasi komponen ataupun dengan cara memberikan komponen tambahan. Salah satunya bagian motor yang mengalami modifikasi trend saat ini adalah perubahan tekanan kompresi.

Tekanan kompresi berbanding lurus dengan perbandingan kompresi, karena semakin besar perbandingan kompresi maka tekanan kompresi akan lebih tinggi. Perbandingan kompresi yang di gunakan harus sesuai dengan nilai oktan bahan bakar yang di gunakan karena akan menimbulkan kadar emisi gas buang yang tinggi. Salah satu bakar yang mudah di jumpai pada saat sekarang ini adalah pertalite yang memiliki nilai oktan 90 untuk memenuhi Surat Keputusan Dirjen Migas Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Tabel 1. Daftar jenis bahan bakar dan nilai oktannya :

Jenis Bahan Bakar	Nilai Oktan	Rasio Kompresi Ideal Penggunaan
Premium	88	7-9 : 1
Pertalite	90	9-10 : 1
Pertamax	92	10-11 : 1
Pertamax plus	95	11-12 : 1
Shell super	92	10-11 : 1
Shell V-power	95	11-12 : 1
Performance 92	92	10-11 : 1
Performance 95	95	11-12 : 1

Gas buang kendaraan bermotor merupakan salah satu penyumbang masalah polusi udara di dunia. Perkembangan dan penelitian baru-baru ini, emisi yang dihasilkan engine dapat direduksi, tetapi populasi dan angka pertumbuhan kendaraan yang semakin meningkat mengakibatkan masalah polusi ini akan tetap ada untuk beberapa tahun yang akan datang.

Pencemaran udara yang secara berkelanjutan berasal dari kendaraan bermotor, dan konsentrasi gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan memiliki jumlah yang cukup besar sehingga berbahaya bagi lingkungan hidup. sumber polusi yang utama berasal dari transportasi, dimana hampir 60% dari

polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida (CO) dan 15% terdiri dari hidrokarbon (HC)”.

Industri otomotif telah menginformasikan kepada masyarakat tentang jenis bahan bakar yang sesuai dengan perbandingan kompresi kendaraan, namun masih banyak orang yang belum memahami tentang hal ini, karena semakin besar perbandingan kompresi berbanding lurus dengan nilai oktan pada bensin yang dipakai. Pada saat sekarang banyaknya pengguna sepeda motor yang menggunakan bahan bakar yang tidak sesuai dengan perbandingan kompresi sepeda motor tersebut, hal inilah menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan meningkatnya kadar emisi gas buang.

Dari latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul *“Pengaruh variasi Tekanan kompresi dengan bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda beat PGM FI 2013”*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Masih terdapat kurangnya pemahaman hubungan antara tekanan kompresi dan nilai oktan bahan bakar.
2. Belum di ketahui seberapa besar pengaruh tekanan kompresi dan bahan bakar terhadap emisi gas buang CO dan HC.

C. Batasan Masalah

Untuk mencapai sasaran penelitian serta mengingat akan keterbatasan waktu, biaya, kemampuan dan luasnya permasalahan, maka penulis memprioritaskan pembahasan mengenai “Pengaruh variasi tekanan kompresi dengan bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda Beat PGM FI 2013”.

D. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah maka dapat dirumuskan Permasalahan yang akan diteliti antara lain sebagai berikut :

- a. Apakah terdapat pengaruh variasi tekanan kompresi dengan bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang.
- b. Seberapa besar pengaruh variasi tekanan kompresi dengan bahan gas buang.

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi tekanan kompresi dengan bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang.
2. Mengetahui tingkat kandungan emisi gas buang yang di hasilkan akibat dari variasi tekanan kompresi.

F. Asumsi Penelitian

Berikut beberapa asumsi yang perlu penulis kemukakan dalam skripsi ini yaitu :

1. Mesin kendaraan yang digunakan sebagai objek penelitian dalam kondisi normal dan sama baiknya pada setiap perlakuan pengujian.

2. Jenis kendaraan sama untuk pengujian yaitu, sepeda motor Honda Beat tahun 2013.
3. Bahan bakar yang digunakan adalah jenis bahan bakar pertalite yang sama kualitasnya untuk setiap perlakuan penelitian.
4. Alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi sebelum digunakan pada setiap perlakuan penelitian.
5. Putaran mesin pada setiap perlakuan penelitian sama (1700 rpm, 2700 rpm, 3700 rpm).
6. Tekanan kompresi yang digunakan yaitu tekanan kompresi standar, tekanan kompresi setelah pengurangan kepala silinder 1 mm dan tekanan kompresi setelah pengurangan kepala silinder 2 mm.

G. Manfaat Penelitian

1. Untuk menambah wawasan penulis tentang pengaruh variasi tekanan kompresi dengan bahan bakar petalite terhadap emisi gas buang.
2. Sebagai penelitian untuk peneliti selanjutnya.
3. Masukan untuk pengguna sepeda motor.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Proses Pembakaran

Toyota Astra Motor (1988:2-2) mendefenisikan secara umum pembakaran sebagai reaksi kimia atau pesenyawaan bahan bakar dengan oksigen dengan diikuti oleh sinar dan panas. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran di mana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membentuk produk yang berupa gas.

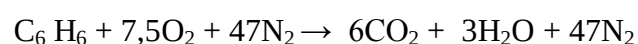
Menurut Daryanto (2008:1) pembakaran adalah proses kimia antara zat arang dan zat air bergabung dengan zat asam dalam udara, jika pembakaran berlangsung maka dibutuhkan : bahan bakar dan udara yang dimasukkan ke dalam motor dan bahan bakar dipanaskan hingga suhu nyala. Wardan (1989:248) menyatakan pembakaran didalam silinder merupakan reaksi kimia antara unsur yang terkandung di dalam bahan bakar yaitu unsur HC atau hidrokarbon dengan udara atau oksigen, yang diikuti dengan timbulnya panas. Panas yang dilepaskan selama proses pembakaran inilah yang digunakan oleh motor untuk menghasilkan tenaga.

a. Pembakaran Sempurna (normal)

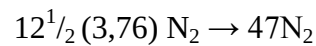
Toyota Astra Motor (1988: 2-2) dan Wardan (1989:248) mengemukakan pembakaran normal (sempurna), di mana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang sesuai dengan

yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas bakar yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel terbakar habis dengan kecepatan relatif konstan.

Menurut Jalius dan Wagino (2008:247) menyatakan pada perbandingan campuran bahan bakar untuk dapat berlangsung pembakaran bahan bakar, maka dibutuhkan oksigen yang diambil dari udara. Udara mengandung 21 sampai 23% oksigen dan kira-kira 78% nitrogen. Untuk keperluan pembakaran, oksigen tidak dapat dipisahkan dari unsur lainnya tapi disertakan bersama-sama. Campuran bahan bakar dengan udara teoritis adalah terdiri dari 14,7 bagian udara dengan satu bagian bahan bakar dalam beratnya. Sebagai contoh apabila akan membakar satu gram bahan bakar, agar terbakar sempurna maka diperlukan 14,7 gram udara. Bahan bakar yang akan dibakar diambil hidrokarbon dengan rumus kimia C_6H_6 dan pembakarannya sempurna sehingga hasil pembakarannya menjadi CO_2 dan H_2O . Berikut perhitungan reaksi kimia :



Karena kandungan nitrogen diudara setiap satu mole oksigen akan bersamaan dengan 3,76 mole nitrogen, maka didalam proses ini terdapat nitrogen juga yang jumlah dan balansnya adalah:



b. Pembakaran Tidak Sempurna

Toyota Astra Motor (1988:2-2) mengemukakan pembakaran tidak sempurna (tidak normal), di mana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar secara keseluruhan pada saat dan keadaan yang kehendaki. Wardan (1989: 257) menjelaskan yang dimaksud dengan pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor dapat terjadi akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini.

Wardan (1989: 258-261) menjelaskan terdapat tiga bentuk pembakaran tidak normal yaitu detonasi, *preignition*, dan *dieseling*. Sebenarnya baik detonasi, *preignition* maupun *dieseling* adalah proses pembakaran yang tidak sesuai dengan yang dikehendaki sehingga tekanan di dalam silinder tidak bisa dikontrol, yang sering disebut dengan *autoignition*.

Wardan (1989: 259) menyatakan *autoignition* adalah proses pembakaran di mana campuran bahan bakar dengan udara terbakar bukan karena nyala api yang dihasilkan oleh busi melainkan oleh panas yang lain, misalnya panas akibat kompresi, panas akibat arang yang membara dan sebagainya.

Toyota Astra Motor (1988: 2-3) detonasi atau *knocking* disebabkan oleh perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu pemasangan campuran dan suhu silinder yang tinggi, masa pengapian yang terlalu cepat putaran mesin rendah dan penyebaran api lambat. penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak penyebaran api terlampau jauh.

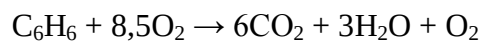
Wardan (1989: 260) menjelaskan detonasi terjadi akibat pembakaran bahan bakar dengan udara dimulai sebelum busi mengeluarkan bunga apinya. Terdapat dua buah sumber api yang masing-masing membakar campuran bahan bakar dengan udara yang sama-sama berada dalam satu silinder maka kedua nyala api tersebut yang masing-masing mempunyai kecepatan akan bertabrakan. Kejadian seperti ini sudah termasuk kategori detonasi yang akibatnya juga cukup bahaya apabila tumbukan yang terjadi cukup keras. Sedangkan *preignition* Wardan (1989: 260) menyatakan kejadian dimana campuran bahan bakar dengan udara terbakar bukan karena api yang ditimbulkan oleh busi.

Menurut Toyota Astra Motor (1988:2-4) *preignition* peristiwanya hampir sama dengan *knocking* tetapi terjadi hanya pada saat busi belum memercikkan api. Di sini bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari tekanan dan suhu yang cukup tinggi sebelum terjadinya busi menyala. Tekanan dan suhu tadi dapat membakar gas bakar tanpa pemberian api dari busi. Dengan demikian dapat disimpulkan

bahwa *preignition* adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum sampai pada saat yang dikehendaki.

c. Pembakaran tidak lengkap

Toyota Astra Motor (1988: 2-4) mengemukakan pembakaran yang normal pada motor bensin adalah dimulai ketika terjadinya percikan bunga api pada busi dan membakar semua hidrogen dan oksigen yang terkandung dalam campuran bahan bakar. Namun dalam pembakaran yang tidak lengkap yaitu pembakaran yang ada kelebihan atau kekurangan oksigen atau hidrokarbon. Contoh reaksi kelebihan oksigen :



Jadi, di dalam persamaan reaksi di atas jelas ada kelebihan O_2 oksigen. Contoh reaksi kelebihan hidrokarbon :



Jadi, di dalam persamaan reaksi di atas masih ada HC yang tidak terbakar dan keluar bersama-sama dengan gas buang. Hal tersebut disebabkan karena kekurangan oksigen. Menurut Wardan (1989:251) mengemukakan bahwa proses pembakaran terjadi dengan campuran bahan bakar dengan udara tidak seperti campuran sesuai teoritis ini melainkan terlalu banyak udara atau kekurangan udara dimana biasa dikatakan campuran bahan bakar dengan udara gemuk (bila kandungan udaranya lebih kecil dari angka teoritis) atau campurannya kurus (kandungan udara di dalam campuran lebih banyak dari angka teoritis).

Dari persamaan di atas tampak bahwa kelebihan udara yang diberikan pada pembakaran akan tetap keluar sebagai udara yang tidak mempengaruhi pembakaran dalam arti hidrokarbon dapat diubah menjadi karbondioksida dan uap air. Dengan adanya kenyataan ini maka karburator atau sistem injeksi bahan bakar dapat menghasilkan campuran yang relatif agak kurus untuk menghemat bahan bakar.

2. Emisi Gas Buang CO Dan HC Pada Kendaraan

a. Emisi Gas Buang

Rukaesih (2004:120) menyebutkan emisi gas buang pada kendaraan sebagai salah satu bentuk terjadinya pencemaran udara. Menurut peraturan NO. 29 Tahun 1986 menyebutkan bahwa masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Menurut Wardan (1989:345) emisi gas buang adalah polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan. Ada empat emisi pokok yang dihasilkan oleh kendaraan. Ada pun keempat emisi tersebut adalah hidrokarbon atau HC, karbon monoksida atau CO, nitrogen oksida atau NO_x, dan partikel-partikel yang keluar dari gas buang. Menurut Pulkrabek (2004) gas buang dari kendaraan merupakan salah satu kontributor utama masalah polusi udara di dunia.

Gas buang kendaraan yang dimaksud disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Temperatur gas buang pada mesin penyalan cetus (*Spark Ignition Engine*) bervariasi antara 300-400°C pada putaran *idle*, sedangkan pada pengoperasian penuh dapat mencapai 900°C, dan temperatur umum adalah 400-600°C. Umumnya, pengoperasian mesin penyalan cetus pada perbandingan campuran bahan bakar dan udara antara 0.9-1,2. Namun, terkadang pada kondisi pengoperasian tertentu terjadi pembakaran pada kondisi campuran miskin atau campuran kaya yang menyebabkan terbentuknya CO, HC, dan NO_x (Heri Purnomo, 2013:3).

b. Emisi Gas Buang CO

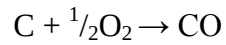
Menurut Wardan (1989:345) menyatakan penyebab timbulnya gas CO karena adanya bahan bakar yang terbakar sebagian. Gas CO ini cukup berbahaya dibandingkan dengan HC, di mana gas ini tidak berwarna dan tidak berbau. Dampak kesehatan yang dirasakan bila seseorang terpapar gas CO adalah pusing kepala, mual, gangguan pernapasan, dan bahkan dapat mematikan bila seseorang tersebut terlalu lama di dalam ruangan yang mengandung banyak Gas CO. Timbulnya gas CO ini dalam proses pembakaran adalah jumlah udara yang masuk ke dalam silinder berkurang atau campuran bahan bakar dengan udara yang masuk kedalam silinder gemuk sehingga mengakibatkan kandungan CO pada gas buang akan bertambah.

Menurut Rukaesih (2004:122) menyatakan karbon monoksida atau CO terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung karbon dan oleh pembakaran pada tekanan dan suhu tinggi yang terjadi pada sebuah mesin. Jalius dan Wagino (2008:5) menyatakan efek buruk dari emisi gas buang CO merupakan racun, masuk ke dalam paru-paru melalui pernafasan yang dapat mematikan manusia.

Menurut Putri Riski (2013) menjelaskan bila seseorang terpapar atau terhirup gas CO ke dalam paru-paru maka gas ini akan beredar bersamaan dengan darah dan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini karena gas CO bersifat racun, ikut bereaksi secara metabolis dengan darah (Hb). Ikatan karbon monoksida dengan darah (karbonsihaemaglobin), sehingga darah menjadi lebih mudah menangkap gas CO dan fungsi vital darah sebagai pengangkut pun menjadi bermasalah. Efek yang dirasakan tubuh manusia yaitu pusing, rasa tidak enak dimata, sakit kepala dan mual jika konsentrasi gas CO rendah. Akan sangat berbahaya bila konsentrasi gas CO tinggi, maka efek yang ditimbulkan adalah detak jantung meningkat, rasa tertekan di dada, sulit bernafas, kelemahan otot, serangan jantung dan berujung pada kematian.

Toyota Astra Motor (1988:2-11) memaparkan rumusan persamaan reaksi pada CO yaitu bila udara tidak cukup atau kurang akan

terjadi proses pembakaran tidak sempurna sehingga karbon di dalam bahan bakar terbakar dalam suatu proses sebagai berikut:



Pada kenyataannya gas CO yang dikeluarkan oleh mesin dipengaruhi oleh perbandingan campuran dari jumlah udara dan bahan bakar yang dihisap oleh mesin. Uraian di atas dapat disimpulkan bahwa emisi gas buang berupa CO timbul akibat dari bahan bakar yang terbakar tidak seluruhnya atau sebagian saja. Gas ini lebih berbahaya dibandingkan dengan gas buang HC sebab gas CO tidak berwarna dan tidak berbau, jadi sulit untuk di deteksi oleh manusia untuk menghindarinya, ditambah dengan efek pada kesehatan manusia mulai dari gejala ringan hingga berujung pada kematian.

c. Emisi Gas Buang HC

Menurut Wardan (1989:345) emisi gas buang HC timbul karena bahan bakar yang belum terbakar namun sudah keluar bersama-sama gas buang menuju atmosfer. Hal ini dapat dimengerti sebab bahan bakar yang dipakai pada motor bensin adalah bahan bakar yang terbuat dari hidrokarbon. Timbulnya gas HC ini karena pembakaran yang kurang sempurna sehingga bahan bakar yang belum terbakar dan keluar masih dalam bentuk hidrokarbon, atau dapat juga disebabkan karena penguapan dari bahan bakar.

Toyota Astra Motor (1988:2-11) menyatakan gas buang HC terbagi menjadi bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas

mentah dan bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC yang lain yang keluar bersama gas buang.

Di bawah ini adalah sebab-sebab utama timbulnya HC:

- 1) Dinding-dinding ruang bakar yang bertemperatur rendah dapat menyebabkan sebagian bahan bakar tidak mampu melakukan pembakaran.
- 2) Missing (missingfire).
- 3) Adanya *overlapintake valve* (kedua valve sama-sama terbuka) yang merupakan gas pembilas/pembersih.

Menurut Tjitra Ardi, 2005 menyatakan bensin merupakan senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat pada gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbang bersama dengan sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O).

Wardan (1989:345) menyatakan bila seseorang terhirup gas HC ini bisa menyebabkan mata pedih, sakit tenggorokan, sakit paru-paru, dan penyakit lain dan bahkan mungkin dapat menyebabkan kanker. Toyota Astra Motor (1988:2-10) menyebutkan beberapa dampak yang ditimbulkan bila terhirup gas HC ini, salah satunya bila kepekatan HC-nya bertambah tinggi akan merusak sistem pernafasan manusia (tenggorokan) terutama yang beracun adalah benzena dan Tolevena,

hidrokarbon aktif seperti susunan (Olefine dan sebagainya) akan menyebabkan photo chemical smoke (smoke yang dimaksud disini adalah suatu kumpulan gugusan antara CO, HC dan N₂ yang bila terkena sinar matahari akan menimbulkan mata pedas.

3. Perbandingan Kompresi

Proses kompresi adalah proses penekanan udara oleh piston dari TMB menuju TMA yang telah bercampur bahan bakar. Udara yang telah dikompresi jelas volumenya akan berubah menjadi lebih kecil. Pada proses ini diharapkan udara dan bahan bakar menjadi homogen sehingga ketika busi memercikkan api akan mendapatkan kualitas pembakaran yang sempurna (Marsudi,2010).

Perbandingan kompresi adalah perbandingan antara volume silinder dan volume ruang bakar atau ruang kompresi dinyatakan:

$$r = V_L + V_S / V_S = V_T / V_S \text{ atau } r = V_L / V_S + 1$$

Dimana, r = perbandingan kompresi

V_L = volume langkah (cm^3) atau (cc)

V_t = volume total atau isi silinder (cc)

V_s = volume ruang bakar (cc)

Jika perbandingan kompresi dari suatu motor bakar piston tinggi, hal ini akan berpengaruh terhadap tekanan hasil dari proses pembakaran di dalam silinder. Oleh karena itu, untuk mempertinggi efisiensi kerja motor dapat

dilakukan dengan cara menaikkan perbandingan kompresinya. (Wahyu,2012).

4. Tekanan Kompresi

Tekanan kompresi adalah tekanan efektif rata-rata yang terjadi pada *combustion chamber* akibat dorongan piston. Tekanan kompresi dibagi menjadi 2 yaitu tekanan kompresi motorik dan tekanan kompresi pembakaran.

- a. Tekanan kompresi motorik adalah tekanan yang diukur menggunakan *pressure gauge* dari lubang busi dengan cara menarik *full handle* gas maka *throttle* akan membuka secara penuh dan menstarter mesin hingga mendapatkan angka tertinggi dari jarum *pressure gauge* tersebut dengan satuan kPa, psi, atau bar. Tekanan kompresi motorik yang dihasilkan mesin mencapai kisaran 9-13 psi atau 900-1300 kPa.
- b. Tekanan kompresi pembakaran adalah tekanan kompresi yang dihitung saat proses pembakaran pada saat mesin menyala. Pengukuran tidak dihitung menggunakan *pressure gauge manual* namun menggunakan *pressure gauge* yang ditanam pada *silinder head*. Tekanan kompresi pada saat pembakaran bias mencapai 10 kali lipat dari tekanan kompresi motorik.

Tekanan kompresi dapat dihitung langsung dengan alat khusus *compression tester*, namun selain itu dapat juga dilakukan dengan cara menghitung dengan rumus yaitu:

$$\text{BMEP} = (\text{HP} \times 1300) / (\text{L} \times \text{rpm})$$

Dimana,

BMEP : *Brake Mean Effective pressure* (tekanan efektif rata-rata)

HP : tenaga kuda maksimal yang di hasilkan mesin

L : kapasitas mesin dalam satuan liter

Rpm : putaran mesin saat didapat tenaga maksimal mesin

Hal ini menyatakan bahwa Semakin tinggi nilai perbandingan maka semakin sempit volume ruang bakarnya dan semakin besar pula volume silindernya. Dengan semakin tinggi perbandingan kompresi maka tekanan kompresi dihasilkan semakin tinggi pula. (Defri,2016)

5. Angka Oktan

Angka oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti-ketukan (detonasi). Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin kurang kemungkinan untuk terjadinya detonasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdetonasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat. (Wahyu,2012).

6. Volume Silinder

Volume silinder ialah besarnya volume langkah (*piston displacement*) ditambah volume ruang bakar. Volume langkah dihitung dari volume di atas piston saat posisi piston di TMB sampai garis TMA. Sedangkan volume ruang bakar dihitung volume di atas piston saat posisi piston berada di TMA, juga disebut volume sisa. Besarnya volume langkah

atau isi langkah piston adalah luas lingkaran dikalikan panjang piston, dengan persamaan:

$$V_L = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot L$$

Volume silinder adalah sebesar dinyatakan:

$$V_t = V_L + V_s$$

Dimana, V_L = volume langkah (cm^3) atau (cc)

D = diameter silinder (cm)

L = panjang langkah piston (cm)

V_t = volume total atau isi silinder (cc)

V_s = volume ruang bakar (cc)

7. Hubungan Perbandingan Kompresi dengan Emisi Gas Buang

Variabel yang mempengaruhi proses pembakaran salah satu diantaranya adalah perbandingan kompresi, hal ini dijelaskan oleh Ganesan (2004:604) *the compression ratio in most engine is limited by knock, and the use economically feasible antiknock quality fuel.*

Pernyataan tersebut, menjelaskan bahwa perbandingan kompresi pada engine dibatasi karena akan menyebabkan knock, sehingga menggunakan kualitas bahan bakar yang ekonomis serta memiliki sifat anti knock. Aktualnya, pengaruh peningkatan perbandingan kompresi menjadikan tekanan dan temperatur dalam silinder juga mengalami peningkatan, sehingga mempengaruhi konsentrasi CO dalam proses pembakaran, dan menghasilkan banyak kandungan CO yang cukup signifikan, walaupun oksigen dalam keadaan cukup. Hal ini terjadi karena

adanya disosiasi molekul CO_2 menjadi CO dan O_2 yang disebabkan oleh adanya temperatur tinggi.

Variabel utama yang mempengaruhi UHC (*Unburned Hydrocarbon*) dalam engine adalah perbandingan campuran, perbandingan kompresi, kecepatan mesin, dan waktu pengapian. Kemudian, perbandingan kompresi yang tinggi dapat meningkatkan kandungan HC, karena dengan ruang bakar yang lebih kecil akan meningkatkan tekanan lebih besar dari total volume mesin.

B. Penelitian Relevan

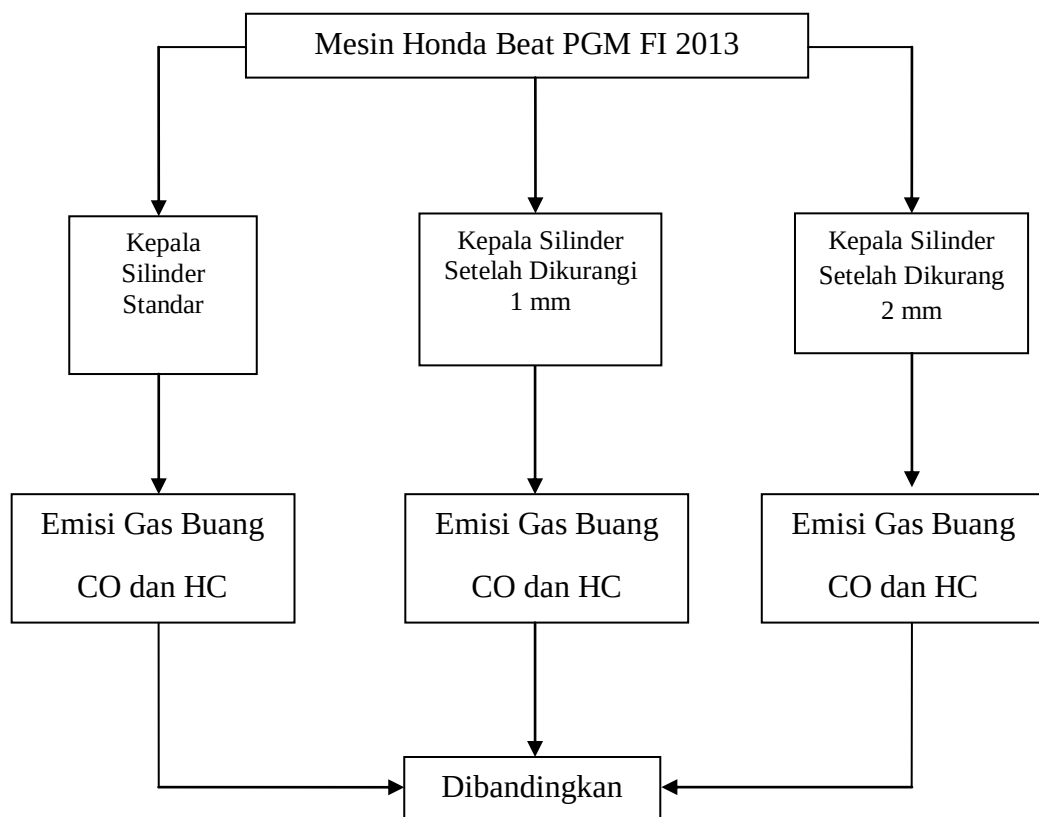
Penelitian yang relevan diambil untuk mendukung atau mempertegas teori-teori yang telah dikemukakan dalam kajian teori ini, peneliti mengambil kesimpulan dari penelitian-penelitian yang peneliti anggap relevan dengan penelitian ini yaitu:

Budi (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Peningkatan Perbandingan Kompresi Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Sepeda motor Honda Blade 110 cc”. Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan perbandingan kompresi pada honda blade 110 cc tahun 2009 dari CR 9: 1 menjadi CR 10,2: 1 mempengaruhi emisi yang dihasilkan oleh kendaraan tersebut.

Penelitian di atas menunjukkan adanya pengaruh dari peningkatan perbandingan kompresi terhadap emisi gas buang.

C. Kerangka Konseptual

Berdasarkan kajian pustaka dan penelitian yang relevan di atas, maka kerangka konseptual pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengujian emisi gas buang CO dan HC sepeda motor Honda Beat tahun 2013 dengan tekanan kompresi menggunakan kepala silinder standar, kepala silinder setelah dikurangi 1 mm dan kepala silinder setelah di kurangi 2 mm.



Gambar 01. Kerangka Konseptual

D. Hipotesis

Sinambela (2014 : 55) menyatakan bahwa “Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian. Dikatakan sementara, karena jawaban-jawaban yang diberikan didasarkan pada teori yang relevan, belum dari fakta-fakta empiris yang didapat dari pengumpulan data”. Berdasarkan kajian teori maka dapat dirumuskan hipotesisnya adalah terdapat pengaruh yang signifikan dari variasi tekanan kompresi dengan bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang pada sepeda motor.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan emisi gas buang yang baik adalah pada tekanan kompresi standar (11 Kpa), karena semakin tinggi putaran mesin (RPM) kadar emisi gas buang HC dan CO semakin menurun, hal ini menunjukkan bahwa pembakaran sempurna di mana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya dan keadaan sesuai dengan yang dikehendaki.
2. Jika tekanan kompresi dan nilai oktan bahan bakar tidak sesuai, maka terjadinya pembakaran tidak sempurna, pembakaran tidak sempurna di mana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar secara keseluruhan pada saat dan keadaan yang dikehendaki.

B. Saran

Berdasarkan hasil yang di peroleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Untuk itu perlu beberapa hal yang akan penulis rekomendasikan akan penelitian yang lebih sempurna dan lebih memuaskan, hal ini adalah :

1. Pengujian hanya dilakukan pada kepala silinder asli (keluaran Honda) yang dikurangi dari ukuran pabrik menjadi pengurangan 1 mm dan 2 mm, karena pengujian terbatas alat, waktu, dan dana.

2. Pengujian selanjutnya diharapkan lebih banyak lagi spesimen, karena semakin banyak pengujian yang di lakukan, maka akan mendapatkan hasil yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki KT. 2007. Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ pada Emisi Gas Buang dengan menggunakan Media Penyisipan TiO₂ lokal pada Karbon Aktif. *Jurnal* Volume 1. Nomor 1.
- Daryanto. 1995. *Teknik Otomotif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Daryanto. 2008. *Motor Bakar Untuk Mobil*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Daryanto. 2008. *Pengetahuan komponen mobil*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius. Hal: 99-111
- Ganesan V. 2004. *Internal combustion engines Second Edition*. Singapore: McGraw-Hill.
- Habibi, M.W. 2016. Analisa Penggunaan Bahan Bakar Bensin Jenis Pertalite dan Pertamina pada Mesin Bertorsi Besar (Honda Beat FI 110 CC). *Artikel Skripsi Universitas Nusantara PGRI Kediri*. simki.unpkediri.ac.id.
- Hasan, M. Reffles. Wawan, P. *Teknologi Motor Bakar*. Padang
- Jalius Jama, dkk. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Jalius Jama dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2013. *Standar Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 90 yang Dipasarkan di Dalam Negeri*. Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Nomor: 313.K/10/DJM.T/2013.
- Marsudi, M.T. 2010. *Teknik Otodidak Sepeda Motor*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Ningrat, A. A. W. K., Kusuma, I. G. B. W., Adnyana, I. W. B. 2016. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Akselerasi dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *Jurnal METTEK*. Volume 1. Nomor 1.
- Pulkrabek, Wiliard, W. (2003). *Enginerring Fundamental Of The Internal Combustion Engine*. USA: Pearson-prentice Hall.