

**PENGARUH VARIASI CELAH BUSI DAN JENIS BUSI
TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA
MOBIL BENSIN SYSTEM INJEKSI**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana di Fakultas Teknik Mesin
Universitas Medan Area*

OLEH:

**RIKI KURNIAWAN
14.813.0004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/26/19

Access From (repository.uma.ac.id)

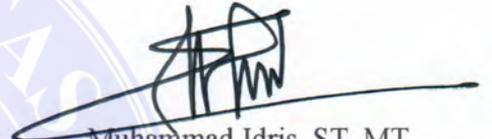
LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Celah Busi Dan Jenis Busi Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Pada Mobil System injeksi.
Nama : Riki Kurniawan
NPM : 14.813.0004
Fakultas : Teknik
Prodi : Teknik mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

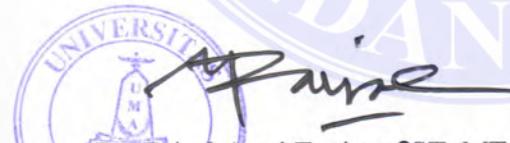


Ir. Husin Ibrahim, MT
Pembimbing I



Muhammad Idris, ST, MT
Pembimbing II

Mengetahui :



Dr. Faisal Amri Tanjung SST, MT
Dekan Fakultas Teknik



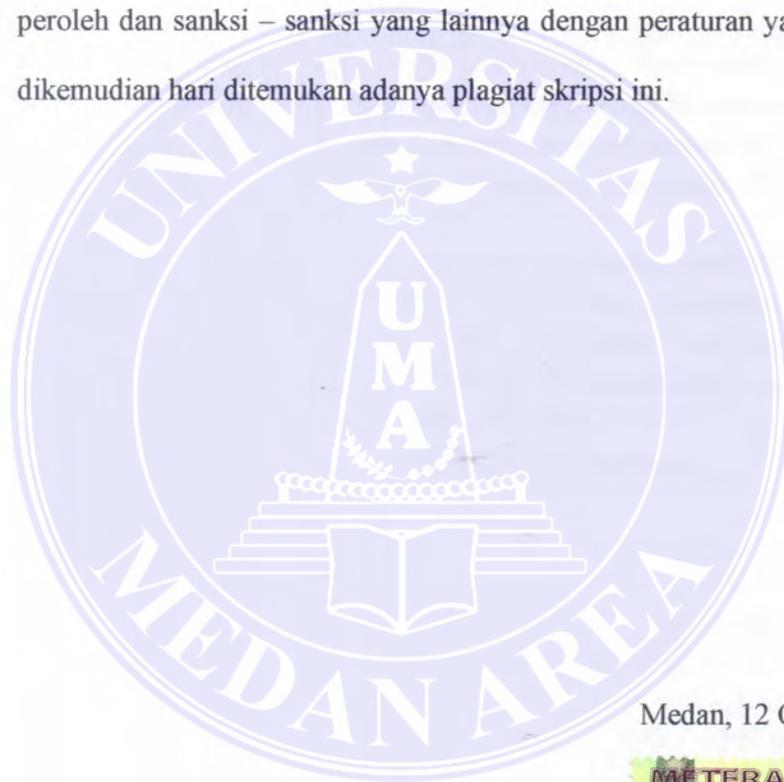
Bobby Umroh, ST, MT
Ka Prodi Teknik Mesin

Tanggal Lulus : Sabtu, 28 September 2019

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu didalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi yang lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat skripsi ini.



Medan, 12 Oktober 2019



RIKI KURNIAWAN

14. 813. 0004

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

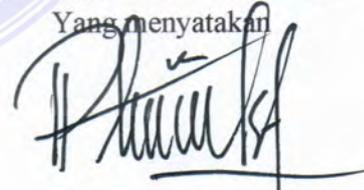
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Riki Kurniawan
NPM : 14. 813. 0004
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Pengaruh Variasi Celah Busi dan Jenis Busi Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Pada Mobil Bensin System Injeksi.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak Menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, memublikasikan skripsi saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 12 Oktober 2019
Yang menyatakan



(Riki kurniawan)

PENGARUH VARIASI CELAH BUSI DAN JENIS BUSI TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA MOBIL BENSIN SYSTEM INJEKSI

Abstrak

Mekanisme pada motor bakar bensin adalah pemanfaatan energi dari gas panas hasil proses pembakaran yang terjadi di dalam selinder berfungsi menjadi fluida kerja dan merubah menjadi tenaga atau energi panas. Salah satu bagian terpenting dari motor 4 langkah. Untuk memaksimalkan kembali kerja motor bensin bisa melakukan pengecekan pada busi dan jenis busi kendaraan juga bisa membersihkan permukaan pada busi dan melihat kerenggangan pada busi kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi celah busi dan jenis busi terhadap performa dan emisi gas buang pada mobil bensin system injeksi. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan merupakan penelitian kuantitatif, yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen di laboratorium terhadap benda uji, kemudian analisis datanya menggunakan angka – angka. Pengambilan data penelitian ini dihasilkan dari pengukuran konsumsi bahan bakar pertailte, tekanan dalam silinder, dan emisi gas buang pada mesin type G15A menggunakan busi standart, busi cabang ganda, dan busi cabang empat. variasi dari 3 jenis busi yang berbeda dengan ukuran 0.70 mm, 0.80 mm, 0.90 mm, pada putaran mesin 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm dengan bahan bakar pertailte selama 5 menit dan sebanyak 3 kali pengulangan. Kesimpulan dari hasil penelitian ini terdapat pengaruh signifikan dari variasi penyetelan busi dan jenis busi terhadap performa mesin dan emisi gas buang pada mesin G15A.

Kata kunci : variasi celah busi dan jenis busi, Performa mesin dan emisi gas buang

ABSTRACT

Riki Kurniawan. 148130004. “The Influence of the Spark Plug Gap Variations and Spark Plug Types towards the Performance and Exhaust Gas Emissions on Gasoline Car Injection System”. Supervised by Ir. Husin Ibrahim, M.T., and Muhammad Idris, S.T., M.T.

The mechanism of gasoline fuel motorcycle is utilizing the energy of heat gas from the combustion process in the cylinder which functions to be the working fluid and change to be energy or heat energy. It is one of the most important parts of the 4 strokes motor. To maximizing the gasoline motor performance, it needed to conduct a checking on the spark plug and notice the gap in the spark plug of the vehicle. The aims of the study were to find out the influence of the spark plug gap variations and spark plug types towards the performance and exhaust gas emissions on the gasoline car injection system. The method used in the study was the experiment method which is quantitative research, namely clearly explaining the experiment results in the laboratory towards the testing tools, and then the data analyzed using the statistics. The data collecting was obtained from the Peralite fuel consumption measurement, the stress in the cylinder, and exhaust gas emissions on the type G15A machine using standard spark plug, double branch spark plugs, and four branch spark plugs. There were 3 types of different spark plugs by the measure of 0.70 mm, 0.80 mm, 0.90 mm; by machine rotary of 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm using Peralite fuel for 5 minutes and 3 times repetition. To sum up, there was a significant influence of the variations in spark plug settings and spark plug types towards the performance and exhaust gas emissions on the G15A machine in the study.

Keywords: spark plug gap variations and spark plug types, machine performance and exhaust gas emissions

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Kuasa karena kita masih diberikan kesehatan dan umur panjang, serta shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita dari alam kebodohan ke alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Dengan Rahmat dan karuniaNya maka penulis telah dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan tugas akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area. Adapun judul dari tugas akhir penulis adalah **”Pengaruh Variasi Celah Busi Dan Jenis Busi Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Pada Mobil Bensin System Injeksi”**.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar mendapat hasil yang baik, dengan menggunakan sumber literatur, juga mendapat bantuan dari berbagai pihak dan pengetahuan yang penulis peroleh selama kuliah. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

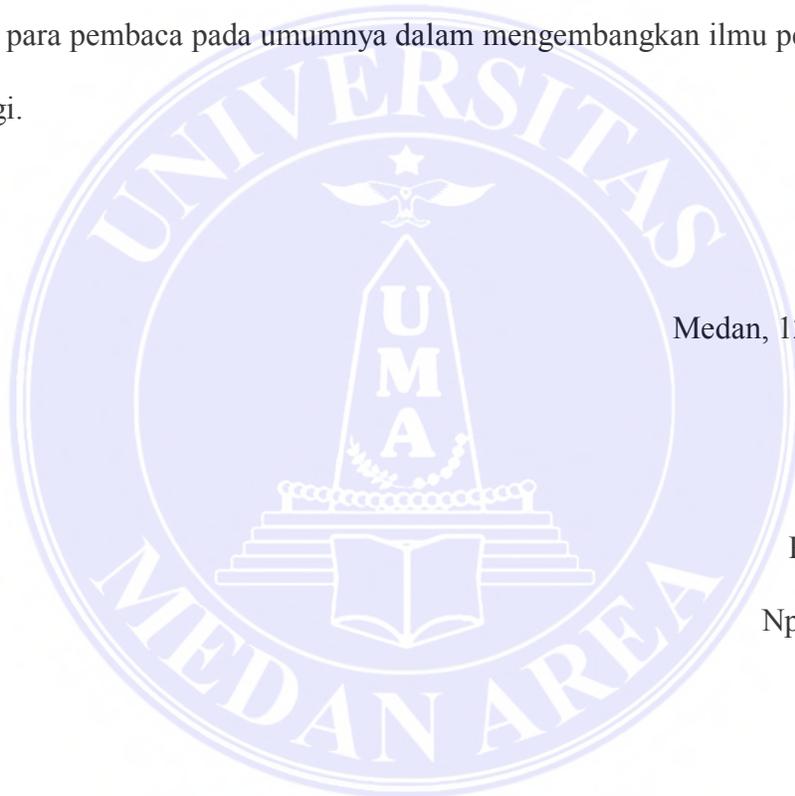
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Dadan Ramdan, M.Eng M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area, dan Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan bidang Akademik Universitas Medan Area.
3. Bapak Bobby Umroh, ST. MT selaku Ka. Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area yang telah menyetujui permohonan penyusunan Skripsi.

4. Bapak Ir. Husin Ibrahim, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan Skripsi ini hingga selesai.
5. Bapak Muhammad Idris, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan Skripsi ini hingga selesai.
6. Seluruh Pegawai di Fakultas Teknik yang telah membantu administrasi Skripsi ini hingga selesai.
7. Seluruh aksitansi terkait dalam membantu menyelesaikan skripsi ini dan membantu menyelesaikan dalam pengambilan data di PT. Trans Sumatera Agung II dan Di Dishub Perhubungan Kota medan.
8. Kepada Orang Tua saya yang tercinta telah banyak memberikan doa dan semua tenaga juga pikiran dalam mengupayakan apa yang diperlukan penulis, penulis persembahkan seluruhnya untuk kedua orang tua penulis yang telah berjuang hingga penulis menyelesaikan studi sarjana di Universitas medan Area ini, love you bapak mamak ku, sehat selalu dan lihatlah akan suksesnya anakmu ini.
9. Abang Heri Suwandi dan adik Ropi Yoga Anggara dan Viki Rama Wardiansya. Selamat datang untuk kak Okky kekeluarga penulis tercinta serta selamat datang untuk keponakan penulis Pratama Zio Hamdi. Semua yang telah memberikan dorongan semangat yang sangatlah penulis butuhkan dalam menyelesaikan skripsi ini dan mereka selalu memberikan semangat baru kepada penulis hingga bisa pada titik sekarang ini.
10. Sahabat-sahabat stambuk 2014, dan terkhusus buat Grup seminar yang telah banyak memberi dukungan baik moril maupun materil hingga skripsi ini selesai. Thanks buat Adriel Hafiz Fanani, Muhammad Annas Basyr Nababan,

Banu Wahyudi, Dennis Nainggolan, Rahmat Abdullah, Reza Falhlevi hsb, Muhammad Haikal kalian luar biasa.

11. Terima kasih kepada sahabat, teman teman serta yang sudah menjadi keluarga :
Seluruh anak kost komplek coklat kalian luar biasa, abangda Iqbal, abangda Handanar Harahap, abangda Meddy, abangda Bayu, abangda Wahib, Alm Abangda Emon, Alm Abangda Ais, Nдалu Aji Siregar, Ubnu, dan Si Ul. Penulis juga berterima kasih kepada Om Wiwik Sugeng dan Buk Marnisa serta Keluarga Besar Om Wiwik Sugeng yang berada di Jln Mawar II no 06 yang telah penulis anggap seperti keluarga, sekali lagi penulis ucapkan terima kasih untuk semua do'a dan dukungan, tak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada Bapak Agung Hendronoto dan Ibu Lestari juga Nenek (Uwek) beserta keluarga yang berada di jln Hikmah no 2 Sigambal yang telah memberikan do'a dan dukungan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi dan semangat buat Dinda Dwi Ariafatma dalam menjalankan kuliah D3 di Polmed. Untuk teman teman yang lain yang tidak kalah luar biasanya, seperti : Delila Novanirisky, Agung Adhi Laksana, Rizky Yuwidarma (pecer), Sri Clara Mahari (situng), Tya Mirnawatik (borok), Anjala, Nuri(emak), Nopi, Dessy Ratna ningsih, Agustiawan Sitompul, Bambang trianto, Diah kumala (dedek), Pertiwi Septiana Siregar, nursya'adah (odah), Yuni triana, Agus Tianto (gusti), Bg beny Sembiring dan Kak susan, Buk Anti, Rais, Ogie Pangestu, Irawan, dan semua teman teman SMK Pemda Rantau Prapat serta teman teman yang ada dikampung penulis yang juga senantiasa mendukung penulis, kalian semua luar biasa.

Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, penulis ucapkan terima kasih. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun pada masa yang akan datang. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun para pembaca pada umumnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.



Medan, 12 Oktober 2019

Riki Kurniawan

Npm 14 813 0004

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Sejarah Motor Bakar.....	7
2.2. Dasar Motor Bakar	7
2.3. Siklus 4 Langkah Motor Bensin	8
2.4. Teori Syarat Pembakaran Mesin Bensin	12
2.5. Sistem Pengapian.....	14
2.5.1. Busi	16
2.5.2. Jenis Busi Menurut Tingkat Kemampuan Melepas Panas.....	17

2.5.3.	Jenis Busi	18
2.6.	Performa atau Prestasi Mesin	23
2.6.1.	Volume Langkah dan Volume Ruang Bakar	23
2.6.2.	Tekanan Indikator Rata-Rata (P_i)	23
2.6.3.	Daya Indikator	24
2.6.4.	Daya Break (N_b).....	24
2.6.5.	Efisiensi Mekanis.....	25
2.6.6.	Efisiensi Termal Indikator	25
2.6.7.	Efisiensi Termal Break	25
2.6.8.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Indikator.....	26
2.6.9.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break.....	26
2.6.10.	Efisiensi Volumetrik.....	26
2.7.	Daya motor	26
2.7.1.	Parameter Daya.....	27
2.8.	Emisi Gas Buang	29
2.9.	Proses Terbentuknya Gas Buang.....	30
2.9.1.	Hidrokarbon (HC).....	30
2.9.2.	Karbon Monoksida (CO).....	31
2.9.3.	Nitrogen Oksida (NOx)	31
2.9.4.	Karbon Dioksida (CO ₂).....	31
2.9.5.	Oksigen (O ₂).....	32
2.9.6.	Plumbum/Timbal (Pb)	32
2.9.7.	Nitrogen (N ₂).....	32
2.9.8.	Air (H ₂ O).....	32
2.9.9.	Nilai AFR dan Lambda.....	32
2.10.	Spesifikasi Mesin Mobil carry (pick up) type G15	34
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
3.1.	Waktu Dan Tempat.....	36
3.2.	Bahan Dan Alat	36
3.3.	Tahap langkah – langkah Penelitian.....	43
3.4.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	46

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1. Data.....	47
4.1.1. Konsumsi Bahan Bakar	47
4.1.2. Tekanan Dalam Selinder.....	52
4.1.3. Emisi Gas Buang	53
4.2. Hasil.....	56
4.2.1. Daya Indikator	56
4.2.2. Daya Break	57
4.2.3. Energi Panas Masuk.....	58
4.2.4. Efisiensi Termal Break.....	62
4.2.5. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break (b_{scf}).....	65
4.2.6. Emisi Gas Buang	68
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 81
5.1. Kesimpulan.....	81
5.2. Saran.....	84
 DAFTAR PUSTAKA	 85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Langkah Hisap.....	9
Gambar 2.2. Langkah Kompresi	10
Gambar 2.3, Langkah Usaha.....	11
Gambar 2.4. Langkah Buang	12
Gambar 2.5. Cara Kerja Sistem Pengapian.....	15
Gambar 2.6. busi	18
Gambar 2.7. Busi standar	19
Gambar 2.8. Busi Iridium.....	19
Gambar 2.9. Busi Paltinum	20
Gambar 2.10. Busi Resistor	21
Gambar 2.11. Busi Racing	22
Gambar 2.12. Busi multi elektroda	22
Gambar 2.13. Parameter Performa Mesin.....	27
Gambar 3.1. Bahan Bakar Pertalite.....	37
Gambar 3.2. Busi Single, Busi Cabang Ganda dan Busi Cabang Empat.....	37
Gambar 3.3. Suzuki Diagnosa Tool (SDT).....	38
Gambar 3.4. Gelas Ukur.....	39
Gambar 3.5. Stopwacth.....	39
Gambar 3.6. Feeler Gauge	40
Gambar 3.7. Toolbox	40
Gambar 3.8. Compression Gauge	41
Gambar 3.9. Automotive Emission Analyzer	41
Gambar 3.10. Mesin type G15a	42
Gambar 3.11. Diagram Alir Penelitian	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daftar standart asli kendaraan mesin G15a.....	34
Tabel 3.1. SpesifikasiMesin G15A	43
Tabel 4.1. konsumsi bahan bakar 500 ml dalam waktu 5 menit pada busi standart.47	
Tabel 4.2.konsumsi bahan bakar pada busi standart.	48
Tabel 4.3. konsumsi bahan bakar 500 ml diambil dalam waktu 5 menit pada busi cabang ganda.	49
Tabel 4.4. konsumsi bahan bakar pada busi cabang ganda.....	49
Tabel 4.5. konsumsi bahan bakar 500 ml diambil dalam waktu 5 menit. pada busi cabang empat.....	50
Tabel 4.6. konsumsi bahan bakar pada busi cabang empat.....	51
Tabel 4.7. Tekanan dalam selinder.	51
Tabel 4.8. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,70 mm pada busi standart.....	52
Tabel 4.9. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,80 mm pada busi standart.....	53
Tabel 4.10. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,90 mm pada busi standart.....	53
Tabel 4.11. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,70 mm pada busi cabang ganda.53	
Tabel 4.12. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,80 mm pada busi cabang ganda.54	
Tabel 4.13. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,90 mm pada busi cabang ganda.54	
Tabel 4.14. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,70 mm pada busi cabang empat.54	
Tabel 4.15. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,80 mm pada busi cabang empat.55	
Tabel 4.16. Emisi Gas Buang pada celah busi 0,90 mm pada busi cabang empat.55	
Tabel 4.17. Daya Indikator.....	56
Tabel 4.18. Daya Break.....	57
Tabel 4.19. Energi Panas Masuk pada celah Busi 0,70 mm	58
Tabel 4.20. Energi Panas Masuk pada celah Busi 0,80 mm	59
Tabel 4.21. Energi Panas Masuk pada celah Busi 0,90 m	60
Tabel 4.22. Efisiensi Termal Break pada celah busi 0,70 mm.	62
Tabel 4.23. Efisiensi Termal Break pada celah Busi 0.80 mm	63

Tabel 4.24. Efisiensi Termal Break pada celah Busi 0,90 mm	64
Tabel 4.25. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break (b_{scf}) pada setiap busi ukuran celah 0,70 mm	65
Tabel 4.26. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break (b_{scf}) pada setiap busi ukuran celah 0,80 mm	66
Tabel 4.27. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break (b_{scf}) pada setiap busi ukuran celah 0,90 mm	67
Tabel 4.28. Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) 0,70 mm	68
Tabel 4.29. Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) 0,80 mm	69
Tabel 4.30. Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) 0,90 mm	70
Tabel 4.31. Emisi Gas Buang Hidro Karbon (HC) 0,70 mm	71
Tabel 4.32. Emisi Gas Buang Hidro Karbon (HC) 0,80 mm	72
Tabel 4.33. Emisi Gas Buang Hidro Karbon (HC) 0,90 mm	73
Tabel 4.34. Emisi Gas Buang Karbondioksida (CO ₂) 0,70 mm	74
Tabel 4.35. Emisi Gas Buang Karbondioksida (CO ₂) 0,80 mm	75
Tabel 4.36. Emisi Gas Buang Karbondioksida (CO ₂) 0,90 mm	76
Tabel 4.37. Emisi Gas Buang Oksigen (O ₂) 0,70 mm	77
Tabel 4.38. Emisi Gas Buang Oksigen (O ₂) 0,80 mm	78
Tabel 4.39. Emisi Gas Buang Oksigen (O ₂) 0,90 mm	79

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Konsumsi bahan bakar pada busi Standart.....	48
Grafik 4.2. Konsumsi bahan bakar pada busi cabang ganda.....	50
Grafik 4.3. Konsumsi bahan bakar pada busi cabang empat.	51
Grafik 4.4. Tekanan dalam selinder	52
Grafik 4.5. Daya Indikator	56
Grafik 4.6. Daya Break.	57
Grafik 4.7. Energi Panas Masuk setiap busi 0,70 mm	59
Grafik 4.8. Energi Panas Masuk setiap busi 0,80 mm	60
Grafik 4.9. Energi Panas Masuk setiap busi 0,90 mm	61
Grafik 4.10. Efisiensi Termal Break setiap busi 0,70 mm	62
Grafik 4.11. Efisiensi Termal Break setiap Busi 0,80 mm.....	63
Grafik 4.12. Efisiensi Termal Break setiap Busi 0,90 mm.....	64
Grafik 4.13. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break pada setiap busi ukuran celah 0,70 mm	67
Grafik 4.14. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break pada setiap busi ukuran celah 0,80 mm	67
Grafik 4.15. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break pada setiap busi ukuran celah 0,90 mm	67
Grafik 4.16. Emisi gas Buang pada celah busi 0,70 mm	69
Grafik 4.17. Emisi gas Buang pada celah busi 0,80 mm	70
Grafik 4.18. Emisi gas Buang pada celah busi 0,90 mm	71
Grafik 4.19. Emisi Gas Buang Hidro Karbon (HC).....	72
Grafik 4.20. Emisi Gas Buang Hidro Karbon (HC).....	73
Grafik 4.21. Emisi Gas Buang Hidro Karbon (HC).....	74
Grafik 4.22. Emisi gas buang Karbondioksida (CO ₂)	75
Grafik 4.23. Emisi gas buang Karbondioksida (CO ₂	76
Grafik 4.24. Emisi gas buang Karbondioksida (CO ₂	77
Grafik 4.25. Emisi gas buang Oksigen (O ₂).....	78
Grafik 4.26. Emisi gas buang Oksigen (O ₂).....	79



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Mobil merupakan salah satu kendaraan yang sangat sering digunakan sebagai alat transportasi. Menurut data Mabes Polri, jumlah sepeda motor yang beredar di Indonesia pada tahun 2002 sebanyak 17.002.130 unit dan pada tahun 2012 telah meningkat menjadi 76.381.183 unit. Sedangkan jumlah mobil penumpang sebanyak 3.403.433 unit pada tahun 2002 dan menjadi 10.432.259 unit pada tahun 2012, yang berarti selama 10 tahun, di Indonesia telah terjadi peningkatan jumlah unit sepeda motor sebesar 449% dan peningkatan jumlah mobil penumpang sebesar 306% [1].

Kebutuhan konsumen akan kendaraan bermotor yang berbeda-beda kegunaannya, setiap showroom dealer mengeluarkan berbagai macam kendaraan dengan berbagai macam tipe dan spesifikasi yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan konsumen. Merancang suatu kendaraan bermotor khususnya mobil, para produsen mengharapkan produknya ekonomis, performa motor yang bagus, dan efisien. Sehingga dapat bersaing di pasaran dan di minati masyarakat. Apalagi persaingan pasar kendaraan di Indonesia semakin kompetitif. Sebuah kendaraan bermotor harus mempunyai performa motor yang bagus, jika kendaraan tersebut hemat bahan bakar dan menghasilkan daya dan torsi yang optimal maka konsumen akan lebih berminat.

Hal yang berpengaruh pada konsumsi bahan bakar, daya, dan torsi adalah busi, yang berfungsi menyediakan percikan bunga api listrik untuk membakar campuran udara/bahan bakar di ruang bakar engine pada akhir langkah kompresi. Busi adalah salah satu komponen kendaraan yang termasuk system pengapian dan di pasang di kepala silinder. Sekarang ini banyak

bermunculan busi dengan berbagai jenis dan merk. Seperti busi standar, busi iridium, busi platinum, busi resistor, busi recing, dan busi multi elektoda.

Menurut [2], bahwa busi atau spark plug, berpengaruh pada besarnya percikan bunga api, jika ukuran celah busi semakin besar maka bunga api yang dihasilkan akan semakin besar pula, dan sebaliknya apabila celah busi semakin kecil maka bunga api yang dihasilkan akan semakin kecil pula. Celah busi harus sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pabrik, agar percikan api yang digunakan dalam proses pembakaran sempurna dan hasil pembakarannya pun juga sempurna, dan apabila pembakaran sempurna maka otomatis emisi gas buang akan semakin menurun. Tetapi dalam praktek dilapangan celah ini akan berubah seiring dengan waktu pemakaian dilapangan, hal ini secara otomatis akan menyebabkan kinerja mesin berkurang dan emisi juga meningkat.

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Gas buang kendaraan bermotor terdiri dari atas zat yang tidak beracun seperti Nitrogen (N_2), Karbondioksida (CO_2), Uap air (H_2O) dan zat beracun seperti Karbon monoksida (CO), Oksida nitrogen (SO_x), zat debu timbal (Pb) serta Hidro karbon (HC). Kinerja mesin baik, berarti pembakaran dalam mesin mendekati sempurna sehingga emisi gas buang rendah.

Prestasi mesin sangat erat hubungannya dengan parameter operasi mesin bensin, sehingga besar kecilnya harga parameter operasi akan menentukan tinggi rendahnya prestasi mesin yang dihasilkan. Prestasi mesin dapat juga dinyatakan dengan daya output dan pemakaian bahan bakar spesifik engkol yang dihasilkan mesin. Daya output engkol menunjukkan daya output yang berguna untuk menggerakkan sesuatu atau beban. Sedangkan pemakaian bahan bakar spesifik engkol menunjukkan seberapa efisien suatu mesin menggunakan bahan bakar yang disuplai untuk menghasilkan kerja.

PT. Suzuki Indomobil Motor (SIM) dan PT. Suzuki Indomobil Sales (SIS) meluncurkan mobil carry (pick up) sejak tahun 2004 hingga saat ini. Mesin mobil ini berjenis type G15a dan berkapasitas 1500cc, 4-cylinder, 16-valve, sudah memenuhi Emission Control standart Euro II yang ramah lingkungan. Selain itu mobil carry ini banyak digunakan untuk pengangkutan barang dan usaha. Tetapi di dapat juga permasalahan yang ditemukan pada kostemer dengan keluhan seperti tenaga kendaraan yang kurang dan bahan bakar boros.

Penelitian yang dilakukan penulis menganalisa tentang Prestasi mesin, yang penulis teliti dari Prestasi mesin adalah energi panas masuk, daya indikator, daya break, efesiensi thermal break, konsumsi bahan bakar spesifik break dan emisi gas buang. Berdasarkan uraian latar belakang di atas penulis menyimpulkan judul sebagai berikut **“pengaruh variasi celah busi dan jenis busi terhadap performa dan emisi gas buang pada mobil bensin system injeksi”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah pengaruh variasi celah busi dan jenis busi terhadap performa dan emisi gas buang pada mobil system injeksi.

1.3. Batasan masalah

Pembahasan analisa ini di khususkan pada pengaruh variasi celah busi dan jenis busi terhadap performa dan emisi gas buang pada mobil bensin system injeksi.

1. Bahan yang digunakan adalah mesin mobil carry (pick up) type G15a.
2. Bahan bakar yang digunakan adalah pertailte.
3. Variasi dari jenis busi standart, busi ganda elektroda, dan busi empat elektroda.

4. Pengujian dilakukan dengan variasi putaran mesin 1000Rpm, 1500Rpm, 2000Rpm, 2500Rpm, 3000Rpm, dan 3500Rpm.
5. Prestasi mesin yang diuji meliputi energi panas masuk, daya indikator, daya break, efisiensi thermal break, konsumsi bahan bakar spesifik break.
6. Senyawa gas buang yang di amati adalah karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC), karbondioksida (CO₂) dan oksigen (O₂).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah :

1. Menghitung performa engine yang dipengaruhi oleh Daya, Torsi, Konsumsi bahan bakar, dan Efisiensi pada mesin mobil carry (pick up) type G15a.
2. Menganalisa Emisi gas buang yang dipengaruhi variasi celah busi dan jenis busi terhadap kandungan senyawa gas buang karbon monoksida (CO₂) hidro karbon (HC), karbondioksida (CO₂) dan oksigen (O₂) yang dihasilkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Bagi Lembaga
 - a. Menambah perbendaharaan perpustakaan yang nantinya dapat menjadi referensi untuk pengembangan ilmu maupun penelitian lanjutan yang akan dilakukan oleh mahasiswa dimasa yang akan datang.
2. Bagi Penulis

- a. Penelitian ini mampu menambahkan wawasan dan ilmu pengetahuan bagi penulis khususnya dalam hal Pengaruh Variasi Celah Busi dan Jenis Busi Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Pada mesin mobil Bensin sistem Injeksi type G15a.
3. Bagi Perusahaan
 - a. Penelitian ini memberikan masukan bagi perusahaan untuk dijadikan sumber pengetahuan dalam perbaikan mesin bagi jasa perbengkelan
 - b. Dapat dijadikan sebagai literature untuk meningkatkan performa mesin agar tetap optimal.
 4. Bagi pemilik kendaraan
 - a. Memberikan wawasan dan informasi terhadap pemilik kendaraan yang berjenis mobil carry (pick up) tentang pengaruh variasi celah busi dan jenis busi terhadap performa dan emisi gas buang pada mobil bensin system injeksi.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulis mencoba menguraikan seperti dibawah ini :

BAB I	PENDAHULUAN
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Motor Bakar

Sejarah motor bakar mengalami perkembangan yang menggembirakan sejak tahun 1864. Pada tahun tersebut Lenoir mengembangkan mesin pembakaran dalam tanpa proses kompresi. Campuran bahan bakar dihisap masuk silinder dan dinyalakan sehingga tekanan naik, selanjutnya gas pembakaran berekspansi yang mendorong piston, langkah berikutnya gas pembakaran dibuang. Piston kembali bergerak menghisap campuran bahan bakar udara dengan menggunakan energi yang tersimpan dalam roda gila. Mesin Lenoir pada tahun 1865 diproduksi sebanyak 500 buah dengan daya 1,5 hp pada putaran 100 rpm [3].

2.2. Dasar Motor Bakar

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak-balik piston atau dua kali putaran poros engkol. Langkah piston adalah gerak piston tertinggi atau TMA sampai yang terendah TMB. Sedangkan siklus kerja adalah rangkaian proses yang dilakukan oleh gerak bolak-balik piston yang membentuk rangkaian siklus tertutup.

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin

kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran diluar disebut mesin pembakaran luar. Sebagai contoh mesin uap, turbin gas, turbin uap, dan lain-lain.

Keuntungan dari mesin pembakaran dalam dibandingkan dengan mesin pembakaran luar adalah konstruksinya lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensi totalnya lebih tinggi. Sedangkan mesin pembakaran luar keuntungannya adalah bahan bakar yang digunakan lebih beragam, mulai dari bahan bakar padat sampai bahan bakar gas, sehingga mesin pembakaran luar banyak dipakai untuk keluaran daya yang besar. Pembangkit tenaga listrik banyak menggunakan mesin uap. Untuk kendaraan transport mesin uap tidak dipakai dengan pertimbangan konstruksinya yang besar dan memerlukan fluida kerja yang banyak.

Prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi dari hasil gas panas hasil proses pembakaran, dimana proses pembakaran terjadi dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran berfungsi sebagai fluida kerja menjadi tenaga atau energi panas. Motor bensin jenis torak, yang gerakan torak berupa gerak bolak-balik (translasi) diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Gerak putar atau rotasi lebih mudah untuk digunakan untuk kebutuhan manusia.

2.3. Siklus 4 Langkah Motor Bensin

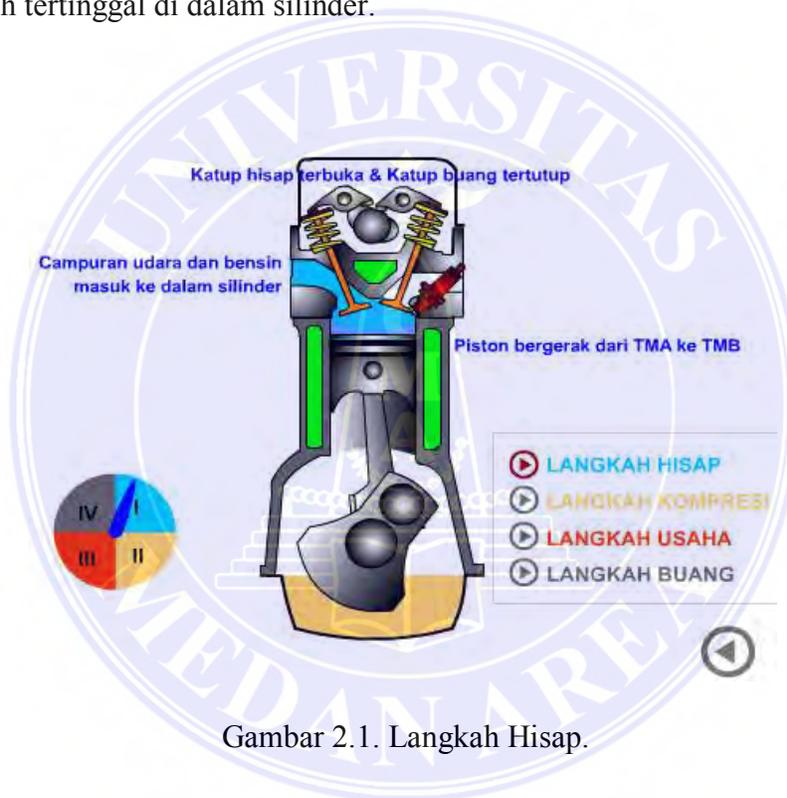
Motor bensin 4 langkah adalah motor bensin dimana untuk melakukan suatu kerja diperlukan 4 langkah gerakan piston dan 2 kali putaran poros engkol. Siklus kerja motor bensin 4 langkah adalah sebagai berikut [4]:

a. Langkah Hisap

Gambar 2.1. merupakan langkah hisap ditandai dengan piston bergerak dari TMA menuju TMB dengan tanda katup masuk terbuka dan katup buang tertutup. Saat langkah hisap didalam

silinder terjadi kebocoran yang mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara masuk ke dalam silinder.

Katup masuk pada langkah hisap sudah terbuka sebelum piston bergerak dari TMA dengan tujuan untuk menghasilkan lubang masuk bahan bakar yang lebih lama. Hal tersebut disebabkan karena gas buang yang berada pada ruang bakar hanya dapat dibuang oleh energi gerakan. Peristiwa tersebut dapat dikurangi dengan proses *overlapping* katup, namun akan selalu ada gas buang yang masih tertinggal di dalam silinder.



a. Langkah Kompresi

Gambar 2.2. merupakan langkah kompresi, secara teori terjadi ketika piston bergerak dari TMB menuju TMA dengan posisi katup masuk dan buang dalam keadaan tertutup. Kenyataan yang terjadi langkah kompresi dimulai saat katup masuk tertutup.

Langkah kompresi mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar dikompresikan atau ditekan akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga mudah dalam proses pembakaran. Tekanan kompresi akan naik bila ruang bakar diperkecil. Ruang bakar yang semakin kecil terhadap panjang langkah torak maka perbandingan kompresi akan naik.

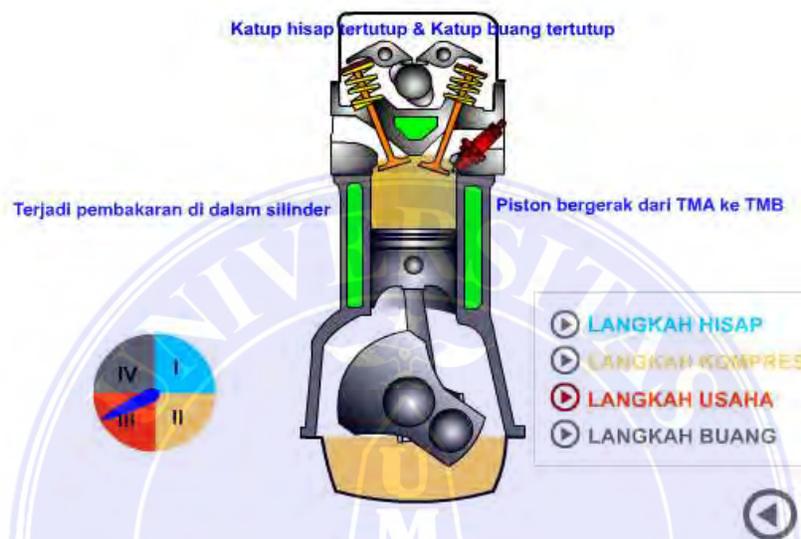


Gambar 2.2. Langkah Kompresi

b. Langkah Usaha

Gambar 2.3. merupakan langkah Usaha pembakaran campuran bahan bakar dengan udara terjadi pada TMA atau sedikit sesudahnya, ini disebabkan oleh campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan busi memberikan loncatan bunga api pada campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan yang mengakibatkan campuran tersebut terbakar. Pada saat

campuran terbakar sangat cepat, proses pembakaran menyebabkan campuran udara dan bahan bakar akan mengembang dan memuai, dan energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran dalam ruang bakar menimbulkan tekanan ke segala arah dan tekanan pembakaran mendorong piston ke bawah (TMB), di tunjukan pada gambar 2.3. langkah usaha.



Gambar 2.3, Langkah Usaha

c. Langkah Buang

Gambar 2.4. merupakan pergerakan torak terdorong ke bawah, ke TMB dan naik kembali ke TMA untuk mendorong gas-gas yang telah terbakar dari silinder. Selama gerak ini kerja katup buang saja yang terbuka. Bila torak mencapai TMA sesudah melakukan pekerjaan seperti gambar di bawah, torak akan kembali pada keadaan untuk memulai gerak hisap. Sekarang motor telah melakukan 4 gerakan penuh, hisap -kompresi - usaha – buang. Poros engkol berputar 2 putaran, dan telah menghasilkan satu tenaga. Di dalam mesin sebenarnya, membuka dan menutupnya katup tidak terjadi tepat pada TMA dan TMB, tetapi akan berlaku lebih cepat atau lambat, ini dimaksudkan untuk lebih efektif lagi untuk aliran gas.



Gambar 2.4. Langkah Buang

2.4. Teori Syarat Pembakaran Mesin Bensin

Pembakaran adalah proses persenyawaan kimia antara bahan bakar dan udara yang dibarengi dengan percikkan bunga api atau temperatur panas. Pada proses terjadinya pembakaran didalam selinder ada dikenal 2 istilah [5] yaitu :

1. Pembakaran sempurna.

Mekanisme pembakaran normal pada mesin bensin dimulai pada saat terjadi loncatan api dibusi. Selanjutnya api membakar gas yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar keseluruhan bagian sampai semua partikel gas terbakar habis. Didalam pembakaran normal, pembagian nyala api pada waktu pengapian terjadi secara merata pada seluruh bagian. Pada keadaan sebenarnya mekanisme kendaraan didalam mesin ini bersifat kompleks dan berlangsung melalui beberapa fase. Mulai proses perambatan api dan adanya pembakaran. Pada saat gas baru dikompresikan, tekanan dan temperaturnya naik, sehingga terjadi reaksi kimia dimana molekul – molekul hydro Carbon

terurai dan bergabung dengan oksigen dan udara. Sebelum langkah kompresi berakhir terjadilah percikan api listrik pada busi yang kemudian membakar gas tersebut [5].

2. Pembakaran Tidak Sempurna.

Pembakaran tidak normal dapat menimbulkan ketukan yang bisa terjadi timbulnya gangguan pada kendaraan. Ada beberapa kerugian yang di sebabkan oleh pembakaran tidak sempurna antara lain [5] :

- a. Kerugian panas dalam motor jadi besar, sehingga efisiensi motor menjadi turun. Usaha dari motor turun pula pada penggunaan bahan bakar yang tetap.
- b. Sisa pembakaran terdapat pula pada lubang pembuangan antara katup dan dudukannya, terutama pada katup buang sehingga katup tidak dapat menutup dengan rapat.
- c. Sisa pembakaran yang telah menjadi keras yang melekat antara torak dan dinding silinder menghalangi pelumasan, sehingga torak dan silinder mudah aus.

A. Knocking

Pada pembakaran normal api menyebar keseluruh bagian ruang bakar dengan kecepatan konstan dan busi berfungsi sebagai pusat penyebaran. Dalam hal ini campuran bahan bakar dan udara yang belum terbakar terdesak oleh gas yang sudah terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik sampai mencapai keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas tadi terbakar dengan

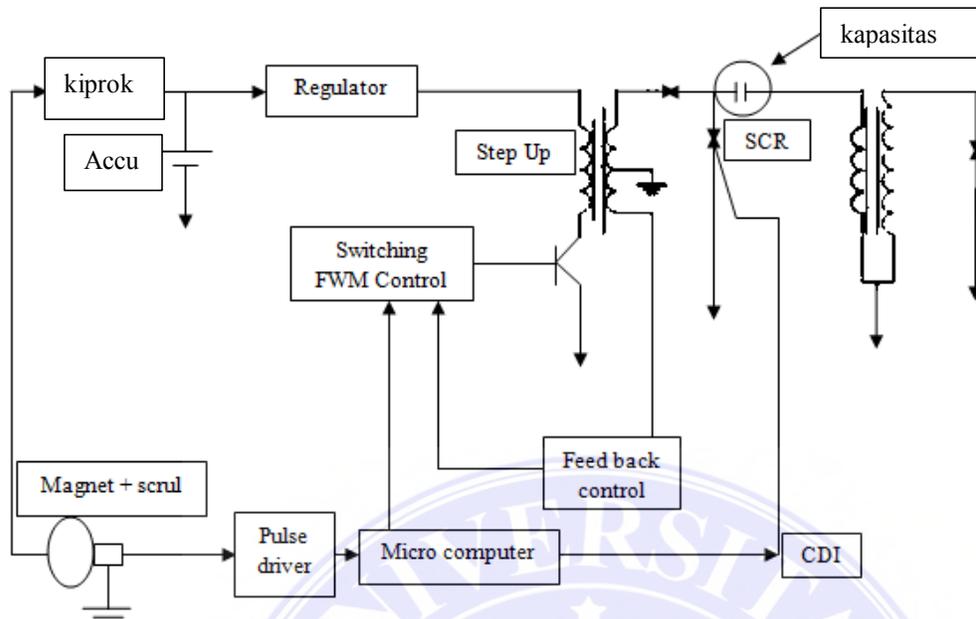
sendirinya, maka akan timbul ledakan yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan.

B. Sebab-Sebab Terjadinya Knocking

Lapisan yang telah terbakar akan berekspansi. Pada kondisi lapisan yang tidak homogen ekspansi lapisan gas tadi akan mendesak lapisan gas lain yang belum terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik. Bersamaan dengan adanya radiasi dari ujung lidah api, lapisan gas yang terdesak akan terbakar tiba-tiba. Peristiwa ini akan menimbulkan letupan, mengakibatkan terjadinya gelombang tekanan yang kemudian menumbuk piston dan dinding silinder sehingga terdengarlah suara ketukan.

2.5. Sistem Pengapian

Pengapian Capacitor Discharge Ignition (CDI) yang sering disebut system pengapian kondensator atau (kapasitor). Kondensator yaitu merupakan salah satu jenis sistem pengapian pada kendaraan bermotor yang memanfaatkan arus pengosongan muatan dari kondensator, untuk mensatukan daya kumparan pengapian. Pada saat magnet permanen berputar, maka akan dihasilkan arus listrik AC dalam bentuk arus listrik dari source coil seperti terlihat pada gambar dibawah 2.5. ini.



Gambar 2.5. Cara Kerja Sistem Pengapian.

Arus listrik diterima oleh CDI unit sebesar 100 – 400 v sebagai tegangan induksi sendiri, akibat induksi sendiri dari kumparan primer tersebut, kemudian terjadi tegangan induksi dalam kumparan sekunder dengan tegangan sebesar 15 KV sampai 20 KV, tegangan tinggi tersebut selanjutnya mengalir ke busi dalam bentuk loncatan bunga api yang akan membakar campuran udara dan bensin dalam ruang bakar. Terjadinya tegangan tinggi pada coil pengapian adalah saat koil pulsa dilewati oleh magnet, ini berarti waktu pengapian (*ignition timing*) ditentukan oleh penetapan posisi koil pulsa, sehingga sistem pengapian CDI tidak memerlukan penyetelan waktu pengapian seperti pada pengapian konvensional. Pemajuan saat pengapian terjadi secara otomatis yaitu saat pengapian dimajukan bersama dengan bertambahnya tegangan koil pulsa akibat kecepatan putaran motor. Selain itu SCR pada sistem pengapian CDI bekerja lebih cepat dari *contact breaker* (platina) dan kapasitor melakukan pengosongan arus (*discharge*) sangat cepat,

sehingga kumparan sekunder koil pengapian terinduksi dengan cepat dan menghasilkan tegangan yang cukup tinggi untuk memercikkan bunga api pada busi.

2.5.1. Busi

Busi menghasilkan pijaran api diantara elektroda (dari pusat elektroda ke ground) untuk membakar campuran udara dan bahan bakar, pada saat busi menerima tegangan tinggi dari koil pengapian. Saat campuran bahan bakar dan udara terbakar, temperature naik sekitar 2.500 oc dan tekanan meningkat menjadi 50 kg/cm² didalam ruang bakar, sehingga busi harus tahan terhadap kondisi kerja yang berat tersebut. Tetapi ingat bahwa itu juga dipengaruhi oleh besar celah pada busi, celah busi yang besar akan membutuhkan tegangan yang besar pula untuk memercikkan bunga api. Celah busi harus sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pabrik, agar percikan api yang digunakan dalam proses pembakaran sempurna dan hasil pembakarannya pun juga sempurna, dan apabila pembakaran sempurna maka otomatis emisi gas buang akan semakin menurun. Tetapi dalam praktek dilapangan celah ini akan berubah seiring dengan waktu pemakaian dilapangan, hal ini secara otomatis akan menyebabkan kinerja mesin berkurang dan emisi juga meningkat.

Sementara menurut [6] syarat utama busi harus tahan terhadap beberapa keadaan yang harus dihadapi busi di dalam silinder antara lain :

1. Temperatur pembakaran.

Temperatur pembakaran yang cukup tinggi dan temperatur campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke dalam silinder sangatlah jauh berbeda sehingga busi harus tahan terhadap keadan ini. Bahan yang dipakai pada busi tidak boleh terlalu besar koefisien pemuaiannya. Karena apabila pemuaian busi terlalu besar busi akan cepat rusak.

2. Tekanan yang cukup tinggi.

Tekanan yang dihasilkan dari pembakaran campuran bahan bakar dengan udara cukup tinggi. Karena itu busi harus tahan terhadap tekanan yang tinggi dan juga turbulensi udara supaya busi tidak hancur.

3. Tahan dari korosi.

Dari semua keadaan busi juga harus tahan dari korosi. Sisa pembakaran dan temperatur yang tinggi semakin mempercepat korosi busi. Meskipun busi mengalami keadaan seperti diatas, busi harus tetap mampu memercikkan bunga api. Tidak menuntut kemungkinan busi mengalami penurunan fungsi dikarenakan elektroda tertutup oleh kotoran atau kerak sisa pembakaran. Kemampuan elektroda dalam menahan panas pembakaran juga harus kuat agar tidak membara yang mengakibatkan pembakaran sebelum busi memercikkan bunga api atau terjadi detonasi. Dengan begitu busi dibuat dengat syarat : a. Mempunyai isolator yang cukup baik b. Elektroda tidak dapat meleleh c. Tahan terhadap korosi.

2.5.2. Jenis Busi Menurut Tingkat Kemampuan Melepas Panas

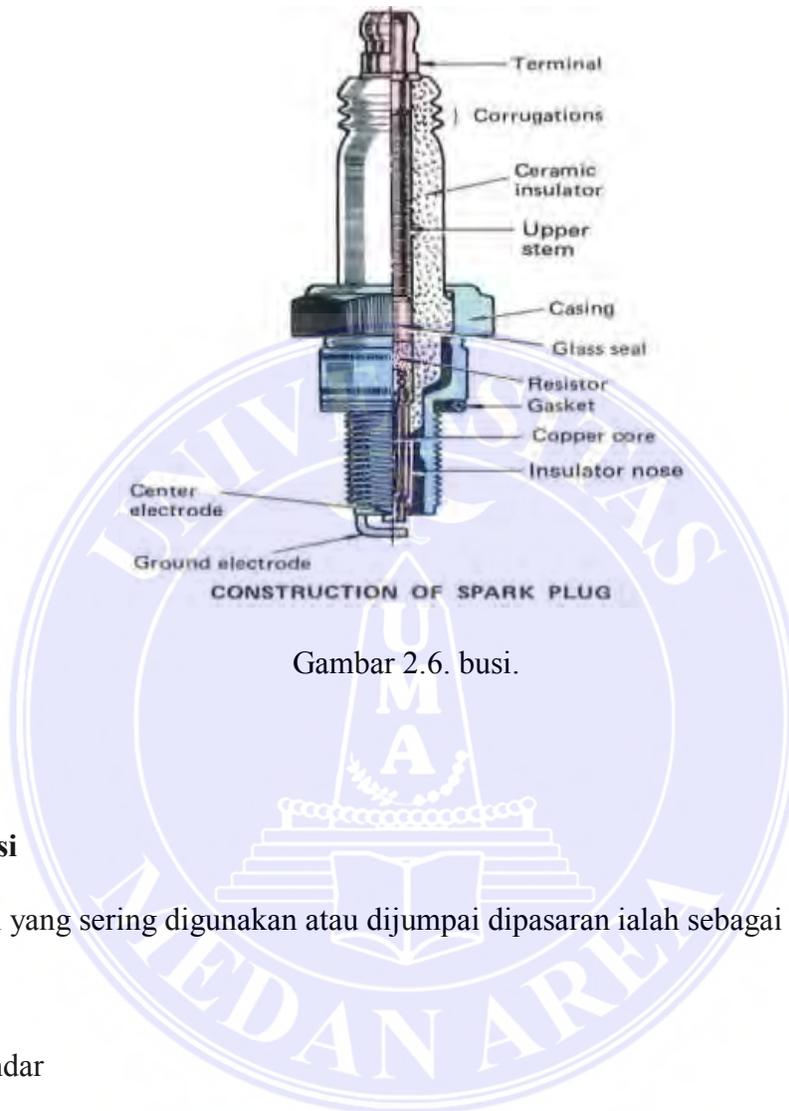
a. Busi panas

Busi panas adalah busi yang kecepatan transfer panasnya lebih lambat, artinya panas tersimpan pada busi dan lambat disalurkan ke luar busi.

b. Busi dingin

Busi dingin adalah busi yang kecepatan transfer panasnya cepat, artinya panas harus cepat disalurkan ke luar busi. Tujuan penggolongan busi tersebut untuk memenuhi dan menghasilkan tenaga semaksimal mungkin pada tingkat panasnya masing masing. Cara pemeriksaan busi baik atau tidaknya, kita dapat coba dengan cara mencabut kabel busi pada mesin sepeda motor saat hidup, bila mesin sepeda motor itu tidak ada getaran yang tinggi atau mati maka busi tersebut tidak

bagus lagi atau dapat dikatakan sudah mati. Bagian – bagian yang terdapat pada busi dapat diperhatikan pada gambar 2.6. dibawah ini.



Gambar 2.6. busi.

2.5.3. Jenis Busi

Jenis – jenis busi yang sering digunakan atau dijumpai dipasaran ialah sebagai berikut:

a. Busi Standar

Jenis busi bawaan motor dari pabrikan, yang bisa dipakai sampai jarak 20 ribu km pada kondisi pembakaran normal. Diameter center electrodenya rata-rata berukuran 1,0 mm. Sementara itu bagian ujung elektroda terbuat dari nikel. Perhatikan gambar 2.7.

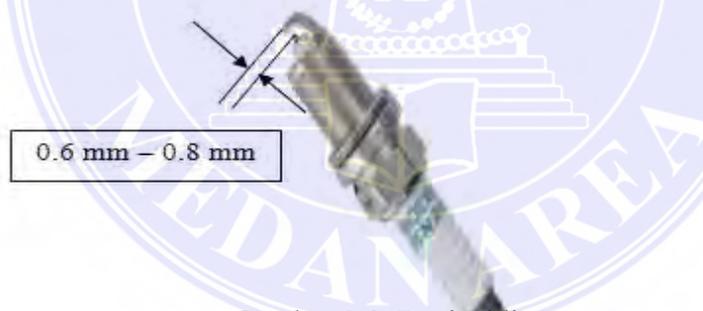




Gambar 2.7. Busi standar.

b. Busi Iridium

Busi Iridium mempunyai ciri khas pada fisiknya adalah ujung elektroda yang terbuat dari nikel. Sementara itu center elektrodanya terbuat dari iridium alloy warna platinum buram. Diameter center elektroda yang dimiliki busi iridium adalah 0,6 mm – 0,8 mm. Soal umur, jenis busi ini mampu bertahan 50 ribu hingga 70 ribu km. Perhatikan gambar 2.8. dibawah ini.



Gambar 2.8. Busi Iridium.

Keunggulan dari busi iridium adalah (1) Pusat elektroda 0,6 mm, (2) Start mesin cepat dan akselerasi optimal, (3) Umur pemakaian busi tahan lama 4) Pembakaran sempurna, irit bahan bakar, dengan emisi gas buang jauh lebih rendah, dan (5) Kemampuan anti korosi terbaik dan tahan pada temperatur tinggi.

c. Busi Platinum

Keunggulan busi platinum terletak pada ketahanannya dikarenakan umur busi mencapai 30 ribu km. Jadi, sangat cocok untuk menempuh jarak jauh. Busi ini mempunyai diameter center elektroda 0,5 mm- 0,8 mm. Sementara itu, ujung elektroda terbuat dari nikel dan center electrodenya terbuat dari platinum. Perhatikan gambar 2.9. dibawah ini.



Gambar 2.9. Busi Paltinum.

Keunggulan lain yang terdapat pada busi platinum adalah

1. Dibuat dengan teknologi laser
2. Tahan terhadap panas dan korosi
3. Pengapian lebih focus
4. Daya tahan kuat dan stabil
5. Akselerasi sempurna dan
6. Umur pakai panjang.

d. Busi Resistor

Secara fisik, busi tipe ini memiliki logo R latin pada bodinya. Kadang konsumen salah mengartikan, karena menganggap logo tersebut berarti “racing”. Tapi sebenarnya R itu artinya resistor. Busi ini dipakai untuk melindungi perangkat elektronik digital, berupa speedometer dan

lainnya. Maka busi ini sangat berjasa untuk perangkat elektronik digital motor. Perhatikan gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.10. Busi Resistor.

d. Busi Racing

Busi Racing memiliki diameter center elektroda yang relatif kecil meruncing macam jarum. Soal umur, busi racing mempunyai umur yang relatif pendek, yang hampir sama dengan busi standar. Umur pakainya antara 20 ribu km hingga 30 ribu km. Sesuai namanya busi ini didesain dengan bahan yang tahan terhadap kompresi tinggi serta temperatur mesin yang tinggi. Perhatikan gambar 2.11.



Gambar 2.11. Busi Racing.

Untuk kerja mesin yang relatif terukur dapat diperoleh dari pembagian kerja per siklus dengan perpindahan volume silinder per siklus. Parameter ini merupakan gaya per satuan luas dan dinamakan dengan *mean effective pressure* (MEP).

e. Busi Multi Elektroda

Jenis multi elektroda memiliki ground point dua atau lebih yang terletak disamping elektroda. Percikan yang dihasilkan pada busi jenis ini terletak disamping elektroda dengan jumlah sesuai jumlah ground point. Busi ini memiliki diameter lebih besar dan sering dipakai pada mesin berkapasitas lebih dari 500 cc tiap silinder. Untuk ukuran celah, ada banyak variasi celah busi. Hal ini tergantung spesifikasi tiap mesin. Umumnya, celah busi berkisar 0,8 hingga 1,0 mm. perhatikan gambar 2.12.



Gambar 2.12. Busi multi elektroda

2.6. Performa atau Prestasi Mesin

Performance atau prestasi mesin bisa diketahui dengan menganalisis parameternya seperti daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, tekanan efektif rata-rata, dan efisiensi dari mesin tersebut. Parameter yang menjadi pedoman praktis prestasi sebuah mesin adalah sebagai berikut :

2.6.1. Volume Langkah dan Volume Ruang Bakar

Volume langkah adalah volume ketika torak bergerak dari TMA ke TMB disebut juga volume displacement dari mesin. Volume mesin satu silinder dihitung dengan rumus :

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} L \dots\dots\dots (2.1)$$

Volume langkah dengan N jumlah silinder adalah :

$$V_l = \frac{\pi D^2}{4} L \times N \dots\dots\dots (2.2)$$

Volume ruang bakar atau clearance volume adalah V_c dimana :

$$V_c = \frac{V_l}{r-1} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Dimana, V_l : Volume langkah (m^3)
 V_c : Volume ruang bakar (m^3)
 r : Perbandingan kompresi

2.6.2. Tekanan Indikator Rata-Rata (P_i)

Adalah besarnya rata-rata tekanan yang dihasilkan dari pembakaran campuran bahan bakar.

$$P_i = Q \cdot P_{it} \dots\dots\dots (2.4)$$

- Dimana : Q : Faktor koreksi
 P_{it} : Tekanan indikator rata-rata teoritis (kg/cm^2).

2.6.3. Daya Indikator

Adalah besar rata-rata daya yang dihasilkan oleh mesin yang bersifat teoritis.

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_l \cdot N \cdot Z}{60000} \text{ , untuk motor bakar 2 langkah}$$

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_l \cdot N \cdot Z}{120.000} \text{ , untuk motor bakar 4 langkah}$$

- Dimana :
- P_i : Tekanan efektif rata-rata indikator (Pa)
 V_l : Volume langkah (m^3) = $0,785 \cdot D^2 \cdot L$
 D : Diameter silinder (m)
 L : Panjang langkah (m)

- N : Putaran mesin (rpm)
 Z : Jumlah Silinder Mesin

2.6.4. Daya Break (N_b)

Daya break adalah daya yang dihasilkan poros. Daya break ini disebut juga daya poros.

Daya break lebih kecil dari daya indikator karena adanya kerugian gesekan.

$$N_i = N_b + N_f \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana, N_f = Daya gesekan

Untuk menentukan daya break dapat diperoleh dengan alat dynamometer :

$$N_b = T \cdot \omega \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana, T = Torsi poros (Nm).

ω = Kecepatan sudut (rad/dtk).

2.6.5. Efisiensi Mekanis

Efisiensi mekanis adalah perbandingan antara daya break dengan daya indikator.

$$\eta_m = \frac{N_b}{N_i} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana, η_m : Efisiensi mekanis

N_b : Daya break

N_i : Daya indikator

2.6.6. Efisiensi Termal Indikator

Efisiensi termal indikator didefinisikan perbandingan antara daya indikator dengan daya input dari bahan bakar.

$$\eta_i = N_i / \dot{m}_f \cdot LHV \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana, η_i : Efisiensi termal indikator

\dot{m}_f : Laju aliran bahan bakar (kg/s)

LHV : Nilai kalor bahan bakar (kj/g)

2.6.7. Efisiensi Termal Break

Sama dengan efisiensi termal indikator, dimana N_i ganti dengan N_b , maka:

$$\eta_b = N_b / \dot{m}_f \cdot 4 \dots\dots\dots (2.9)$$

dimana, η_b : Efisiensi termal break

\dot{m}_f : Laju aliran bahan bakar (kg/s)

2.6.8. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Indikator

Konsumsi bahan bakar spesifik indikator adalah jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu dengan rumus sebagai berikut :

$$i_{sfc} = \dot{m}_f / N_i \dots\dots (kg/kW jam) \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana, \dot{m}_f : Laju aliran bahan bakar (kg/s)

N_i : Daya indikator

2.6.9. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break

$$b_{sfc} = \dot{m}_f / N_b (kg/kW jam) \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana, \dot{m}_f : Laju aliran bahan bakar (kg/s)

N_b : Daya break

2.6.10. Efisiensi Volumetrik

Efisiensi volumetrik didefinisikan perbandingan antara volume sebenarnya dengan volume teoritis.

$$\eta_v = V_s / V_t \dots\dots\dots (2.12)$$

Efisiensi siklus otto akan naik apabila kita menaikkan rasio kompresinya yaitu dari 6 – 12 HP. Kenaikan rasio kompresi mesin otto dibatasi oleh peristiwa *knocking*, yaitu suara berisik karena terjadi ledakan dari pembakaran spontan dari mesin otto. Karena *knocking* daya menjadi turun sehingga efisiensi pun menurun.

2.7. Daya motor

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indiator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin. Jadi didalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak.

2.7.1. Parameter Daya

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu (Arends&Berenschot 1980: 20) Untuk menghitung besarnya daya motor 4 langkah digunakan rumus :

$$P = \frac{2\pi \times n \times T}{6000} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana

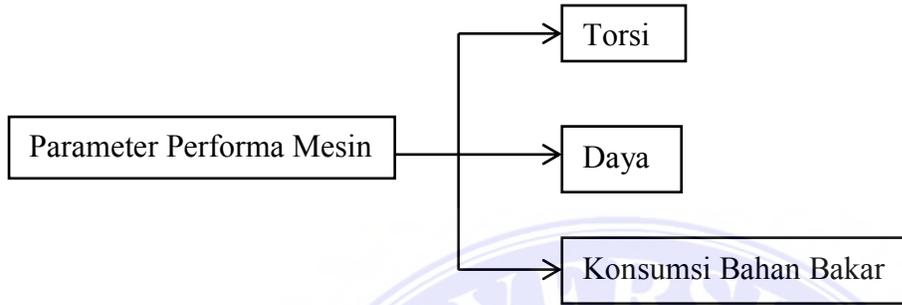
P = Daya (kW)

$\pi = 3,14$

n = Putaran Mesin (rpm)

T = Torsi mesin (Nm)

Menganalisa performa mesin berfungsi untuk mengetahui torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar dari mesin tersebut. Parameter performa mesin dapat dilihat dari berbagai hal diantara yang terdapat dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 2.13. Parameter Performa Mesin

a. Torsi

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *dynamometer*, secara teori dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T = F \cdot b \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

- T = Torsi (kgf.m)
- F = Gaya yang diterima pada dynamometer (kgf)
- b = Panjang lengan dynamometer (m)

$$1 \text{ kgf.m} = 9,807 \text{ N.m} = 7,233 \text{ lbf.ft.}$$

b. Daya

Daya poros dapat dirumuskan sebagai berikut:

Dalam satuan PS:

$$Ne = \frac{\pi \cdot n}{30} \times T \times \frac{1}{75} \text{ (PS)} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$Ne = \frac{Tn}{716,2} \text{ (PS)} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

Ne = Daya poros (PS)

T = Torsi (kg.m)

n = Putaran mesin (rpm)

1 PS = 0,9863 hp

1 PS = 0,7355 kW

c. Konsumsi Bahan Bakar (f_c)

Secara sistematis konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f_c = \frac{mf}{t} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

F_c = Konsumsi bahan bakar

mf = Massa bahan bakar (ml)

t = waktu yang digunakan (s)

d. Lambda (λ)

Perhitungan lambda dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah udara aktual}}{\text{Jumlah kebutuhan udara teori stoichiometri}}$$

$$\lambda = \frac{14,7}{14,7:1} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana:

$\lambda = 1$ berarti campuran ideal.

$\lambda > 1$ berarti campuran kurus (lebih banyak udara).

$\lambda < 1$ berarti campuran kaya (kekurangan udara).

2.8. Emisi Gas Buang

Secara umum Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui system pembuangan mesin. Jenis emisi gas buang adalah : carbonmonoksida (CO), Hydrocarbon (HC), Oxides of nitrogen (Nox). Emisi gas buang di definisikan sebagai berikut : Gas buang yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dan udara terdiri dari banyak komponen gas yang sebagian besar merupakan hasil dari reaksi sampingan yang tidak dapat dihindarkan sebagaimana diketahui bahwa udara disekitar kita mengandung kurang lebih 21 % Oksigen, dan 79 % terdiri dari sebagian besar Nitrogen dan sisanya gas – gas lain dalam jumlah yang sangat kecil, sedangkan bahan bakar pada umumnya berbentuk ikatan karbon yang mengandung unsur lain yang terikat kedalamnya.

Proses pembakaran pada motor baik bensin maupun diesel ada dua macam yaitu pembakaran sempurna dan prmbakaran tidak sempurna. Pada pembakaran sempurna diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna dengan perbandingan udara dan bahan bakar 14,7 : 1 dimana untuk 1 gram bensin dengan sempurna diperlukan 14,7 gram oksigen (campuran

stoikiometri) dan perbandingan campuran ini disebut *Air Fuel Ratio* (ARF). Sedangkan pembakaran yang tidak sempurna terjadi apabila perbandingan suatu campuran lebih rendah atau lebih tinggi dari perbandingan teoritisnya, sehinggah kerugian panas dalam motor menjadi besar dan efisiensinya menurun.

2.9. Proses Terbentuknya Gas Buang

Terbentuknya Gas Buang ada beberapa molekul – molekul yang terdapat pada Gas Buang kendaraan yang mana akan di jelaskan dibawah ini.

2.9.1. Hidrokarbon (HC)

Hidro karbon adalah bahan bakar yang tidak terbakar selama proses pembakaran di dalam ruang bakar. Adapun beberapa sumber dari emisi hidrokarbon adalah rasio udara bahan bakar tidak stoikiometri, pembakaran tidak sempurna, deposit karbon pada dinding ruang bakar dan minyak yang terdapat pada dinding ruang bakar. Karena HC merupakan sebagian bensin yang tidak terbakar, makin tinggi emisi HC berarti tenaga mesin semakin berkurang dan konsumsi bahan bakar semakin meningkat.

2.9.2. Karbon Monoksida (CO)

Emisi karbon monoksida (CO) pada motor pembakaran dalam dikendalikan terutama oleh rasio udara/bahan bakar. CO dihasilkan ketika motor beroperasi dengan rasio udara/bahan bakar kaya. Ketika oksigen yang tersedia tidak cukup untuk mengubah seluruh karbon menjadi karbon dioksida (CO₂), beberapa bahan bakar tidak terbakar dan beberapa karbon berakhir sebagai CO.

2.9.3. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x), merupakan emisi gas buang yang dihasilkan akibat suhu kerja yang tinggi. Udara yang digunakan untuk pembakaran sebenarnya mengandung unsur Nitrogen

80%. Pada temperatur tinggi (>1370 oC), Nitrogen bersatu dengan campuran bahan bakar dan membentuk senyawa NO_x . Motor dengan pembakaran miskin cenderung beroperasi pada temperatur lebih tinggi yang dengan demikian akan menghasilkan NO_x .

2.9.4. Karbon Dioksida (CO_2)

Karbon dioksida merupakan hasil pembakaran yang diinginkan pada proses pembakaran, karena pada umumnya semakin tinggi CO_2 yang diperoleh maka semakin efisien operasi motor. Sebaliknya semakin rendah kadar CO_2 menandakan bahwa efisiensi pembakaran tidak bagus dan berarti pula kinerja mesin tidak bagus. Akibatnya gas buang CO dan HC berlebih dan konsumsi bahan bakar meningkat.

2.9.5. Oksigen (O_2)

Pembakaran yang tidak sempurna dalam mesin menyisakan oksigen keudara. Oksigen yang tersisa ini semakin kecil bila mana pembakaran terjadi makin sempurna.

2.9.6. Plumbum/Timbal (Pb)

Timah hitam dalam bensin tidak bereaksi dalam proses pembakaran sehingga setelah pembakaran akan keluar tetap sebagai timah hitam (Pb).

2.9.7. Nitrogen (N_2)

Udara yang digunakan untuk pembakaran dalam mesin, sebagian besar terdiri dari inert gas, yaitu N_2 . Pada saat terjadi pembakaran, sebagian kecil N_2 akan bereaksi dengan O_2 membentuk NO_2 , sebagian besar lainnya tetap berupa N_2 hingga keluar dari mesin.

2.9.8. Air (H_2O)

H_2O merupakan hasil reaksi pembakaran dalam ruang bakar, di mana kadar air yang dihasilkan tergantung dari mutu bahan bakar. Makin banyak uap air dalam pipa gas buang,

mengindikasikan pembakaran semakin baik. Semakin besar uap air yang dihasilkan, pipa knalpot tetap kelihatan bersih dan ini sekaligus menunjukkan makin bersih emisi yang dihasilkan.

2.9.9. Nilai AFR dan Lambda

Emisi gas buang sangat tergantung pada perbandingan campuran bahan bakar dengan udara, jadi untuk mengetahui kadar emisi gas buang maka alat uji emisi dilengkapi dengan pengukur nilai λ (lambda) atau AFR (air-fuel ratio) yang dapat mengindikasikan campuran tersebut.

Teori stoichiometric menyatakan, untuk membakar 1 gram bensin dengan sempurna diperlukan 14,7 gram oksigen. Dengan kata lain, perbandingan campuran ideal = 14,7 : 1. Perbandingan campuran ini disebut AFR atau perbandingan udara dan bensin (bahan bakar).

Hubungan antara AFR dengan gas buang, diasumsikan mesin dalam kondisi normal dengan kecepatan konstan, pada kondisi AFR kurus dimana konsentrasi CO dan HC menurun pada saat NO_x meningkat, sebaliknya AFR kaya NO_x menurun tetapi CO dan HC meningkat. Hal ini berarti pada mesin bensin sangat sulit untuk mencari upaya penurunan emisi CO, HC dan NO_x pada waktu bersamaan, apalagi dengan mengubah campurannya saja. Jadi pada dasarnya campuran bahan bakar dengan udara itu harus selalu mendekati 1 untuk menjaga dari emisi gas buang yang tinggi selain itu juga mudah untuk perawatan dan pemeliharaan mesinnya.

Dampak emisi gas buang kepada manusia:

1. CO (carbon monoksida) akan bercampur dengan hemoglobin yang terdapat dalam darah menjadi carbon Oxida hemoglobin (CO-hb).
2. HC (Hidro Carbon), bila kepekatan HC-nya bertambah tinggi akan merusak system penafasan manusia (tenggorokan) terutama beracun adalah ***Benzena*** dan ***Toluene***.
3. NO_x (Oxida Nitrogen), NO₂ akan membuat sakit hidung dan tenggorokan.

2.10. Spesifikasi Mesin Mobil carry (pick up) type G15

Tabel 2.1. dibawah ini menunjukkan spesifikasi Standart Asli kendaraan mesin G15.

Tabel 2.1. Daftar standart asli kendaraan mesin G15a

		APV Arena				
		GL	GX-MT	GX-AT	SGX-MT	SGX-AT
DIMENSIONS						
Overall length(mm)				4.230		
Overall width	(mm)			1.655		
Overall height	(mm)			1.860		
Wheelbase	(mm)			2.625		
Trade	Front			1.435		
	Rear			1.435		
Minimum ground clearance	(mm)			175		
Minimum turning radius	(m)			4.9		
WEIGHT						
Curb weight(kg)				1.250 - 1.320		
Gross vehicle weight	(kg)			1.950		
CAPACITIES						
Seating capacity	(person)		8			7
Gross vehicle weight	(litres)			46		
ENGINES						
Type				G15A		
Number of cylinders				4		
Number of valves				16		
Piston displacement	(cc)			1.493		
Bore x stroke	(mm)			75.0 x 84.5		
Compression ratio				9.5 : 1		
Maximum output	(PS/rpm)			99 / 6000		
Maximum torque	(Nm/rpm)			126 / 3000		
Fuel distributions				Multi Point Injection		

TRANSMISSION

Type		5-speed MT	4-speed AT	5-speed AT	4-speed AT
Gear ratios	1 st	4.545	2.826	4.545	2.826
	2 nd	2.628	1.493	2.628	1.493
	3 rd	1.865	1.000	1.865	1.000
	4 th	1.241	0.730	1.241	0.730
	5 th	1.000	-	1.000	-
Reverse		4.431	2.703	4.431	2.703
Final		4.300	5.375	4.300	5.375

STEERING

Type	Rack & Pinion
Power steering	•

SUSPENSION

Front	Mac Pherson Strut & Coil Spring
Rear	3 – Link rigid axle with Coil Springs

BRAKE

Front	Ventilated Disc
Rear	Leading & Trailing Drum

TIRES & WHEELS

Types (Front & Rear)	185/80 R14	195 / 65 R15
Wheels	Alloy 14"	Alloy 15"

SAFETY AND SECURITY

Seatbelts 3 point ELR	Front	•
		With height adjusters
	2 nd Row	•
	3 rd Row	•
Side impact beam		•
Keyless entry		•

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei - Agustus 2019 di PT. Trans Sumatera Agung II dan Dinas Perhubungan yang beralamat di kota medan.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Melakukan studi lapangan dan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir yang disusun.
2. Melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang dapat membantu dalam kelancaran penyusunan tugas akhir ini.
3. Melibatkan diri dalam aktifitas agar memperoleh informasi yang tepat sesuai dengan yang kita inginkan.
4. Memperbanyak membaca buku panduan dan buku Service pada mobil bensin system injeksi selain itu penulis juga mempelajari referensi-referensi serta jurnal-jurnal yang ada di internet, dalam melakukan penyusunan tugas akhir ini.

3.2. Bahan Dan Alat

Penelitian ini penulis menggunakan beberapa bahan dan alat untuk melaksanakan penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan penulis adalah sebagai berikut :

1. Bahan bakar Pertalite

Penulis menggunakan bahan bakar pertalite dalam pengujian kendaraan ini yang mana banyak digunakan dari pengguna mesin ini. Perhatikan gambar 3.1. dibawah ini.



Gambar 3.1. Bahan Bakar Pertalite

2. Busi

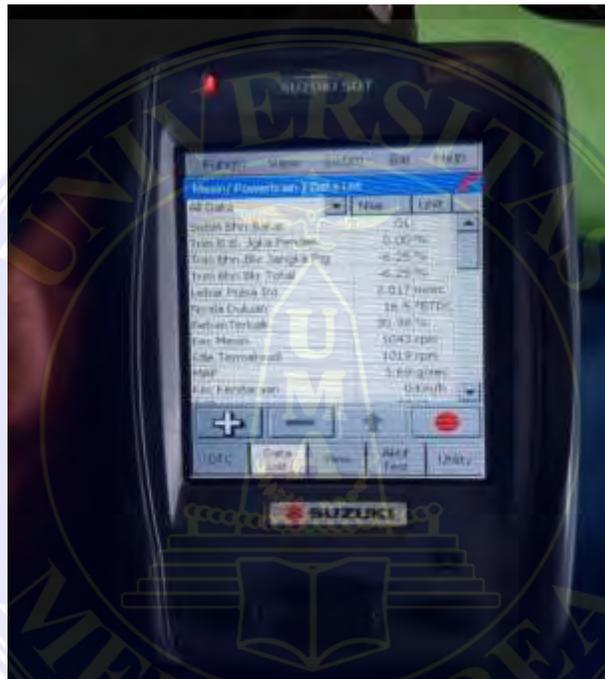
Penelitian ini pada busi Standart, Busi Cabang Ganda, dan Busi Cabang Empat. Eksperimen yang akan dilakukan pada celah busi 0,70 mm, 0,80 mm, 0,90 mm. perhatikan gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3.2. Busi Single, Busi Cabang Ganda dan Busi Cabang Empat

3. Suzuki Diagnosa Tool (SDT)

Ketika terjadi kesalahan pada salah satu komponen di system elektronik mobil, biasanya ditandai dengan menyalnya lampu indikator di panel instrument, maka digunakanlah alat SDT ini untuk membaca kesalahan yang terjadi pada sistem di mobil. SDT ini bukan hanya untuk membaca kesalahan pada system elektris mobil saja namun lebih dari itu. Alat ini juga dapat berfungsi untuk cek data list parameter mesin, mendaftari anak kunci immobilizer, untuk mengetest beberapa actuator pada mesin, dan lain-lain. Perhatikan gambar 3.1. dibawah ini.



Gambar 3.3. Suzuki Diagnosa Tool (SDT).

4. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah peralatan laboratorium umum yang digunakan untuk mengukur volume cairan. Alat ini memiliki bentuk silinder dan tiap garis penanda pada gelas ukur mewakili jumlah cairan yang telah terukur. Pada laporan ini gelas ukur ini digunakan untuk pemakaian jumlah bahan bakar saat pengambilan data. Perhatikan gambar 3.4. dibawah ini.



Gambar 3.4. Gelas Ukur.

5. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu jumlah bahan bakar yang digunakan saat pengoperasian mesin pada gelas ukur. Perhatikan gambar 3.5. dibawah ini.



Gambar 3.5. Stopwatch.

6. Feeler Gauge

Feeler gauge atau Thickness gauge digunakan untuk mengukur celah katup. Ukuran dari Feeler gauge 0,05 – 1,0 mm. Perhatikan gambar 3.6. dibawah ini.



Gambar 3.6. Feeler Gauge.

7. Tool Box

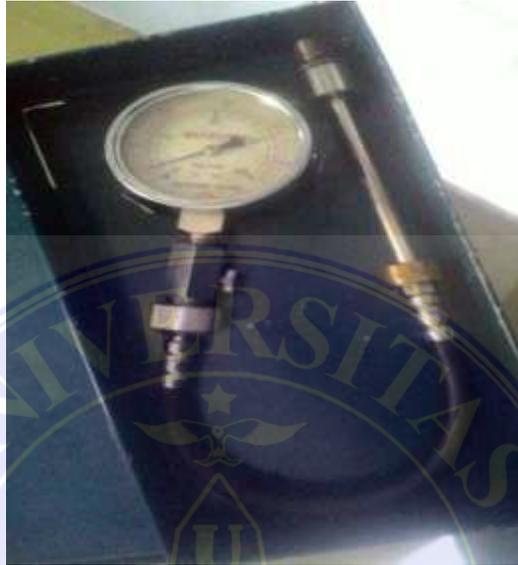
Tool box ini digunakan untuk membuka dan memasang komponen saat pengerjaan. Perhatikan gambar 3.7. dibawah ini.



Gambar 3.7. Toolbox

8. Compression Gauge

Alat ini digunakan untuk mengukur tekanan dalam silinder. Perhatikan gambar 3.8. dibawah ini.



Gambar 3.8. Compression Gauge.

9. Automotive Emission Analyzer

Alat ini digunakan untuk menganalisa senyawa kadar emisi gas buang. Perhatikan gambar 3.9. dibawah ini.



Gambar 3.9. Automotive Emission Analyzer

Spesifikasi :

Automotive Emission Analyzer Madein Korea		
Model no : qro-401		
Measuring Range	Co : 0.00 ~ 9.99% Co2 : 0.0 ~ 20.0% Λ = 0 ~ 2.000	Hc : 0 ~ 9999ppm O2 : 0.00 ~ 25.00% afr : 0.0 ~ 99.0
Operation temp	0 ~ 400c	
Power source	ac220v 50/60hz \pm 10%	
Serial no	: 417j602	

10. Mesin G15a

Mesin kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini mesin mobil pick up type G15a.

Perlihatkan pada gambar 3.10. di bawah ini.



Gambar 3.10. Mesin type G15a.

Tabel 3.1. dibawah ini adalah spesifikasi mesin G15A.

Tabel 3.1. SpesifikasiMesin G15A

Specification		
ENGINES		
Type		G15A
Number of cylinders		4
Number of valves		16
Piston displacement	(cc)	1.493
Bore x stroke	(mm)	75.0 x 84.5
Compression ratio		9.5 : 1
Maximum output	(PS/rpm)	99 / 6000
Maximum torque	(Nm/rpm)	126 / 3000
Fuel distributions		Multi Point Injection

3.3. Tahap langkah – langkah Penelitian

Berikut tahap pengambilan data terhadap konsumsi bahan bakar :

1. Hidupkan terlebih dahulu kendaraan sampai suhu kerja optimal $\pm 86^{\circ}\text{C}$. Dengan tujuan agar pada saat sudah dilakukan penyetelan katup tidak akan berubah lagi, penyetelan katup masuk pada celah 0,15 mm
2. Menurunkan tangki kendaraan lalu mengambil pompa di dalam tangki dan memasukkan ke dalam sebuah wadah
3. Isi bahan bakar kedalam gelas ukur 500 ml dan masukkan kedalam wadah yang sudah ada pompa bahan bakar mobil
4. Membuka tutup busi dan melakukan penyetelan pada busi dengan menggunakan feeler gauge

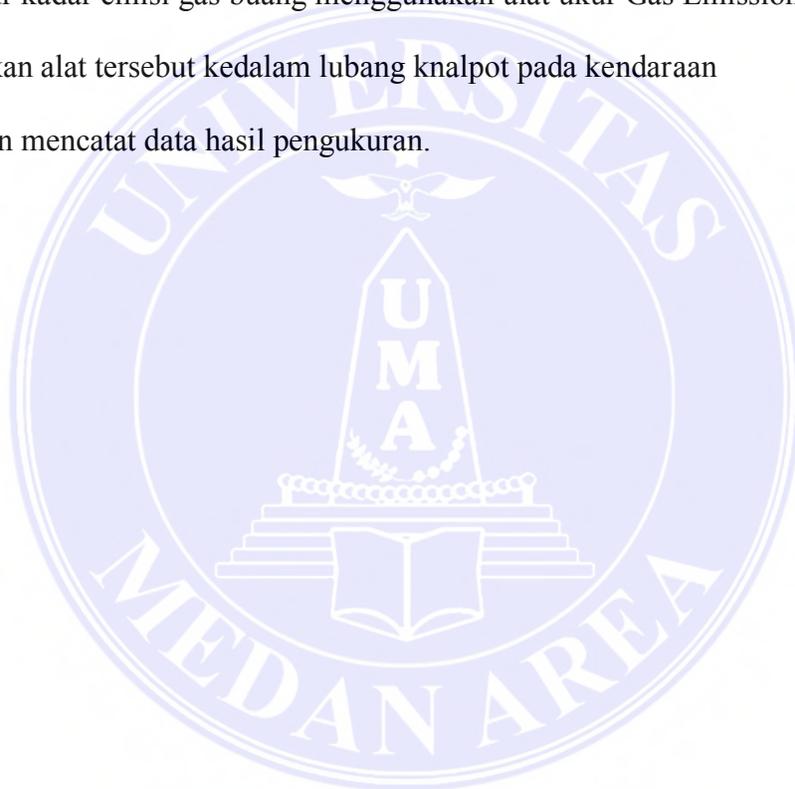
5. Penyetelan ada 3 variasi dan jenis busi juga ada 3 jenis yaitu penyetelan Busi 0.70 mm, 0.80 mm, 0.90 mm. jenis busi nya Busi Standart, Busi Cabang Ganda, Busi cabang Empat.
6. Ukur busi yang sudah di atur celahnya dan lakukan pengujian pada busi satu persatu.
7. Lakukan pengujian kendaraan pada 1000 Rpm, 1500 Rpm, 2000 Rpm dan 2500 Rpm, 3000 Rpm, 3500 Rpm dengan menggunakan SDT (Suzuki Diagnosa Tool).
8. Kemudian melakukan pengamatan dan pengambilan data konsumsi bahan bakar dalam waktu tiap 5 menit.

Berikut tahap pengambilan data terhadap tekanan di dalam silinder :

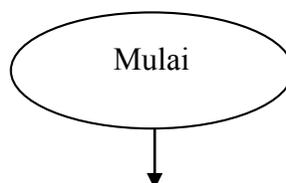
1. Hidupkan terlebih dahulu kendaraan sampai suhu kerja optimal $\pm 86^{\circ}\text{C}$. Dengan tujuan agar pada saat sudah dilakukan penyetelan katup masuk tidak akan berubah lagi. Ukuran celah katup masuk 0,15 mm.
2. Buka tutup busi dan lepaskan Busi satu persatu
3. Mengukur tekanan silinder menggunakan alat compression gauge
4. Kemudian mencatat data hasil pengukuran.

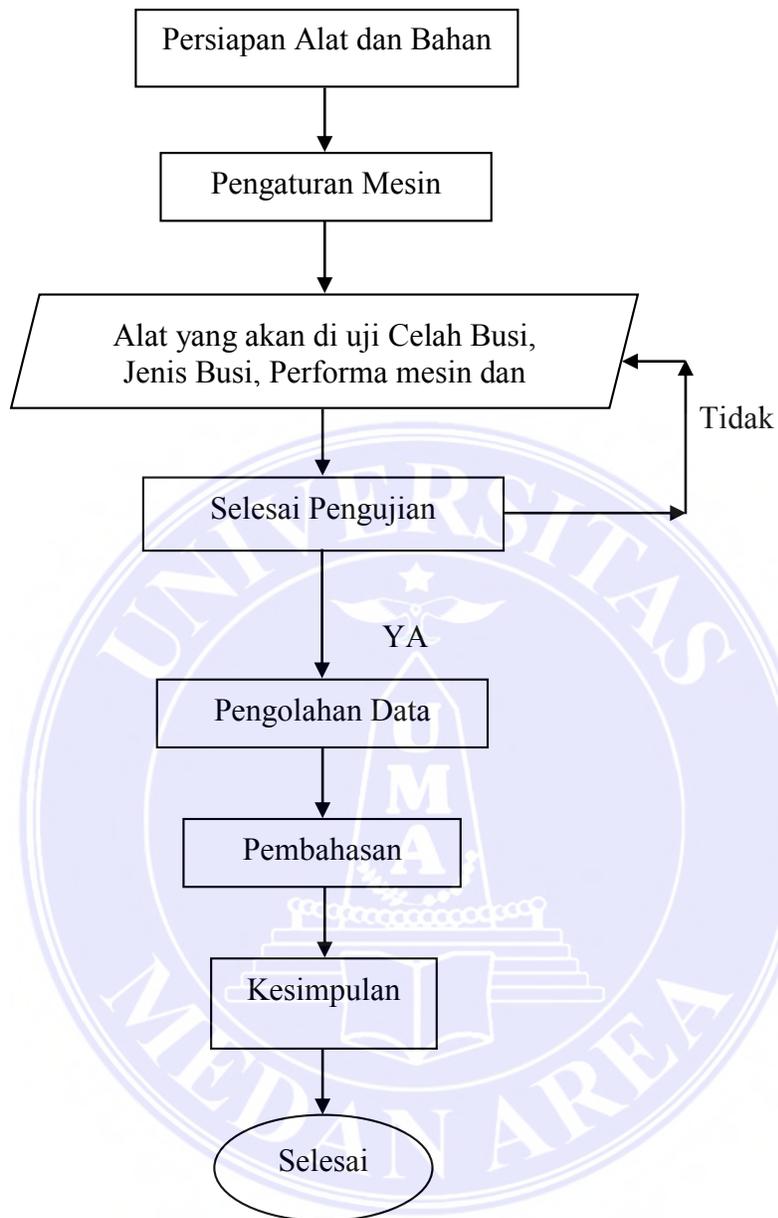
Berikut tahap pengambiln data terhadap emisi gas buang :

1. Hidupkan terlebih dahulu kendaraan sampai suhu kerja optimal $\pm 86^{\circ}\text{C}$. Dengan tujuan agar pada saat sudah dilakukan penyetelan katup masuk 0,15 mm tidak akan berubah lagi.
2. Kemudian buka tutup Busi, buka busi satu persatu
3. Ukur celah Busi Standart 0,70 mm, 0,80 mm, 0,90 mm juga Busi Cabang Ganda dan Busi Cabang Empat dengan ukuran yang sama dengan menggunakan Feeler gauge
4. Mengukur kadar emisi gas buang menggunakan alat ukur Gas Emission Analyzer dengan memasukan alat tersebut kedalam lubang knalpot pada kendaraan
5. Kemudian mencatat data hasil pengukuran.



3.4. DIAGRAM ALIR PENELITIAN





Gambar 3.11. Diagram Alir Penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Daya Indikator, semakin meningkat putaran mesin semakin besar Daya Indikator yang dihasilkan pada setiap Busi yang di uji.

Daya Break, semakin meningkat putaran mesin semakin besar Daya Break yang dihasilkan pada setiap Busi yang di uji.

Energi Panas Masuk pada celah busi 0,70 mm terbesar terdapat pada busi cabang ganda pada putaran 3500 Rpm sebesar 29,21 kW dan yang terkecil terdapat pada busi standart putaran 1000 Rpm sebesar 16,81 kW. Energi panas masuk pada celah 0,80 mm terbesar pada busi cabang ganda putaran 3500 rpm sebesar 29,21 kW dan yang terkecil terdapat pada busi standart putaran 1000 Rpm sebesar 16,81 kW. Sedangkan Energi Panas Masuk pada celah busi 0,90 mm terbesar terdapat pada busi cabang empat pada putaran 3500 Rpm sebesar 31,86 kW dan yang terkecil terdapat pada busi standart putaran 1000 Rpm sebesar 17,70 kW.

Efisiensi Termal Break pada celah busi 0,70 mm terbesar terdapat pada busi standart pada putaran 3500 Rpm sebesar 46,00 % dan yang terkecil terdapat pada busi cabang empat putaran 1000 Rpm sebesar 17,41 %. Efisiensi Termal Break pada celah busi 0,80 mm terbesar terdapat pada busi standart pada putaran 3500 Rpm sebesar 44,43 % dan yang terkecil terdapat pada busi cabang empat putaran 1000 Rpm sebesar 16,28 %. Sedangkan Efisiensi Termal Break pada celah busi 0,90 mm terbesar terdapat pada busi standart pada

putaran 3500 Rpm sebesar 43,70 % dan yang terkecil terdapat pada busi cabang empat putaran 1000 Rpm sebesar 16,28 %.

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break pada celah busi 0,70 mm terbesar terdapat pada busi cabang ganda pada putaran 3500 Rpm sebesar 0,05 kg/kWh dan yang terkecil terdapat pada busi standart dan busi cabang ganda putaran 1000 Rpm sebesar 0,10 kg/kWh.

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break pada celah busi 0,80 mm terbesar terdapat pada busi cabang ganda dan busi cabang empat pada putaran 3500 Rpm sebesar 0,05 kg/kWh dan yang terkecil terdapat pada busi standart putaran 1000 Rpm sebesar 0,10 kg/kWh.

Sedangkan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Break pada celah busi 0,90 mm terbesar terdapat pada busi cabang ganda dan busi cabang empat pada putaran 3500 Rpm sebesar 0,05 kg/kWh dan yang terkecil terdapat pada busi standart putaran 1000 Rpm sebesar 0,10 kg/kWh.

2. Emisi gas buang karbon monoksida terbesar terdapat pada busi cabang Ganda 0,70 mm putaran 3500Rpm sebesar 1,94% dan yang terkecil pada Busi Standart 1000 Rpm sebesar 0,22%. Untuk yang celah busi 0,80 mm terbesar terdapat pada busi Standart putaran 3500Rpm sebesar 1,92% dan yang terkecil pada Busi Standart 1000 Rpm sebesar 0,18%. Sedangkan untuk celah 0,90 mm terbesar terdapat pada busi Cabang Ganda pada putaran 3500Rpm sebesar 1,98% dan yang terkecil pada Busi Standart 1000 Rpm sebesar 0,36%.
Emisi gas buang Hidro Karbon (HC) terbesar terdapat pada Busi Cabang Empat celah 0,70 mm pada putaran 3500 Rpm sebesar 192 ppm dan yang terkecil terdapat pada Busi Standart pada putaran 1000 Rpm sebesar 64 ppm. Untuk celah 0,80 mm terbesar terdapat pada Busi Standart pada putaran 3500 Rpm sebesar 198 ppm dan yang terkecil terdapat pada Busi Standart pada putaran 1000 Rpm sebesar 68 ppm. Sedangkan untuk celah 0,90 mm terbesar

terdapat pada Busi Cabang Ganda pada putaran 3500 Rpm sebesar 192 ppm dan yang terkecil terdapat pada Busi Standart pada putaran 1000 Rpm sebesar 82 ppm.

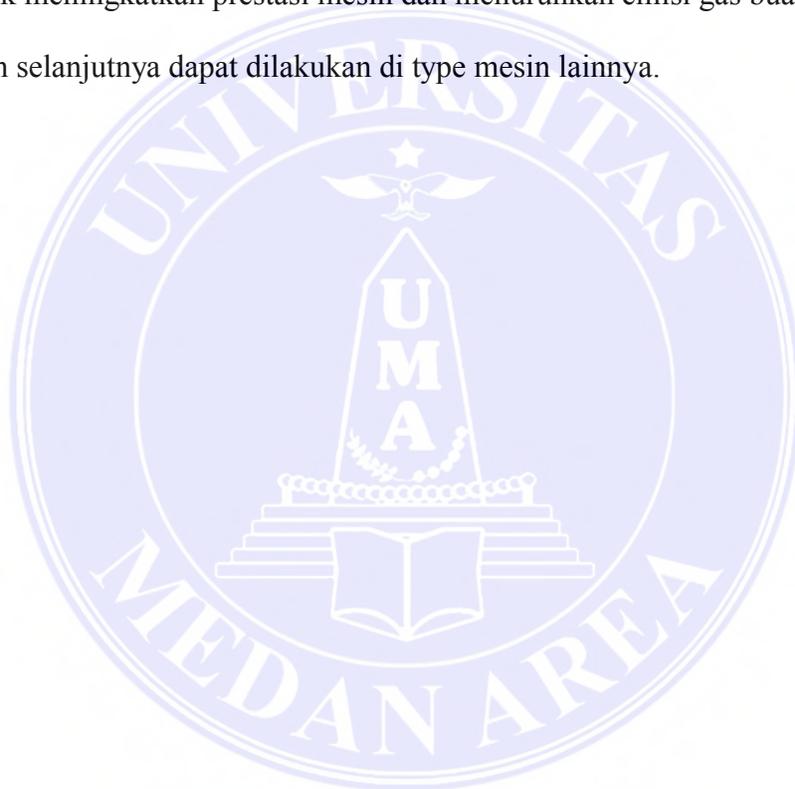
Emisi gas buang Karbondioksida (CO₂) terbesar terdapat pada Busi Cabang Ganda pada celah 0,70 mm putaran 3500 Rpm sebesar 16,4 % dan yang terkecil terdapat pada Busi Cabang ganda pada putaran 1000 Rpm sebesar 13,2 %. Untuk celah 0,80 mm terbesar terdapat pada Busi Standart pada putaran 3500 Rpm sebesar 17,6 % dan yang terkecil terdapat pada Busi Cabang ganda pada putaran 1000 Rpm sebesar 13,8 %. Sedangkan untuk celah busi 0,90 mm terbesar terdapat pada Busi Cabang Empat pada putaran 3500 Rpm sebesar 17,0 % dan yang terkecil terdapat pada Busi Cabang ganda pada putaran 1000 Rpm sebesar 14,0 %.

Emisi gas buang Oksigen (O₂) terbesar terdapat pada Busi Standart celah busi 0,70 mm pada putaran 3500 Rpm sebesar 0,80 % dan yang terkecil terdapat pada Busi Standart putaran 1000 Rpm sebesar 0,32 %. Untuk celah busi 0,80 mm terbesar terdapat pada Busi Cabang Empat pada putaran 3500 Rpm sebesar 0,76 % dan yang terkecil terdapat pada Busi Standart putaran 1000 Rpm sebesar 0,40 %. Sedangkan untuk celah 0,90 mm terbesar terdapat pada Busi Cabang Empat pada putaran 3500 Rpm sebesar 0,80 % dan yang terkecil terdapat pada Busi Standart putaran 1000 Rpm sebesar 0,04 %.

5.2. Saran

Bagi pihak – pihak lain yang akan meneliti topik tentang ini secara mendalam, penulis menyarankan beberapa hal berikut :

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan parameter tentang performa atau prestasi mesin yaitu volume langkah dan volume ruang bakar, efisiensi termal Indikator, konsumsi bahan bakar spesifik indikator dan efisiensi Volumetrik.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan lebih sempurna agar menjadi media pembelajaran yang lebih baik.
3. Penelitian selanjutnya gunakan variasi bahan bakar untuk mengetahui mana yang lebih baik untuk meningkatkan prestasi mesin dan menurunkan emisi gas buang.
4. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan di type mesin lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. C. N. d. B. E. Prakoso, *Kajian Pertambahan Jumlah Kendaraan Bermotor dan Tingkat Pelayanan Jalan Di Kabupaten Karanganyar*, pp. 1-10, 2018.
- [2] D. Irawan, "Pengaruh Jenis Busi dan Campuran Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Mobil EFI," *Jurnal Teknik Mesin*, pp. Volume 6, Nomor 1, 2017.
- [3] S. T. P. d. T. B. sitorus, "Kinerja Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Dengan Bahan Bakar Premium dan Etanol Dengan Modifikasi Rasio Kompresi," *Jurnal e-Dinamis*, pp. Volume 4, Nomor 4, 2013.
- [4] I. Najib, "Mekanisme Katup Pada Mesin Suzuki G15," *Jurnal Teknik Mesin*, 2013.
- [5] S. Pasaribu, "Pengaruh Variasi Celah Busi dan Jenis Busi Terhadap Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Roda Dua 110CC," *Jurnal Ilmiah*, pp. Volume 3, Nomor 1, 2017.
- [6] V. N. V. Harling, "Pengaruh Jumlah Katalisator Pada Hydrocarbon Crack System (HSC) dan Injeksi Busi Terhadap Daya Mesin Sepeda Motor Honda Supra X 125," *Jurnal Ilmiah*, 2015.
- [7] I. C. N. d. B. E. Prakoso, "Kajian Pertumbuhan Jumlah Kendaraan Bermotor dan Tingkat Pelayanan Jalan Di Kabupaten Karanganyar," 2015.
- [8] Priyambodo, "jurnal ilmiah," *Analisis Kolerasi Jumlah Kendaraan dan Pengaruh Terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur*, pp. 59-65, 2018.
- [9] A. Pratama, "Pengaruh Penggunaan Variasi Busi Terhadap Mesin Sepeda Motor 4 Langkah," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, pp. Volume 5, Nomor 1, 2018.