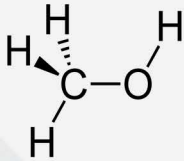


Monograf

VARIASI BAHAN BAKAR PADA MOTOR 4 TAK

Penerapan Pada Shell V-Power dan Metanol

Shell
V-Power



Zufri Hasrudy Siregar
Dedi Sarwedi



Monograf
VARIASI BAHAN BAKAR PADA
MOTOR 4 TAK
Penerapan Pada Shell V-Power dan
Metanol

Monograf
VARIASI BAHAN BAKAR PADA MOTOR 4 TAK
Penerapan Pada Shell V-Power dan Metanol

Zufri Hasrudy Siregar
Dedi Sarwedi



Monograf

VARIASI BAHAN BAKAR PADA MOTOR 4 TAK

Penerapan Pada Shell V-Power dan Metanol

© Penerbit Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI)

Penulis:
Zufri Hasrudy Siregar
Dedi Sarwedi

Editor: Adi Widarma

Cetakan Pertama: November 2022

Cover: Tim Penyusun

Tata Letak: Tim Kreatif PRCI

Hak Cipta 2022, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT
Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website: www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail: rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2022 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I –: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2022
Dimensi : 15,5 x 23 cm
ISBN: 978-623-448-280-5

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Karunia dan RidhoNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Buku Monograf dengan judul: variasi bahan bakar pada motor 4 tak, penerapan Pada Shell V-Power dan Metanol. Shalawat dan salam kepada Nabi Allah dan Keluarganya yang suci yang safa'atnya sangat diharapkan penulis di hari akhir kelak.

Buku ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan dengan dari tahun 2021 sampai 2022 yang diharapkan menjadi referensi dan literatur yang terkini terkait konversi energi. Akhir kata, penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan dan monograf ini, karena itu segala kritik dan saran penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
❖ Latar Belakang.....	1
❖ Rumusan Masalah	5
❖ Tujuan dan Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
❖ Motor bakar	7
❖ Motor bakar 4 langkah.....	7
❖ Siklus Termodinamika.....	9
❖ Parameter Performa Motor Bakar	13
Torsi (<i>Torque</i>).....	13
Daya (<i>Power</i>)	14
Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (S FC)	15
❖ Syarat-syarat Bahan Bakar Motor Bakar	16
Volatility Bahan Bakar.....	16
Angka Oktan (Octane number).....	16
❖ Bahan Bakar (<i>Fuel</i>)	17
Bahan Bakar Shell V- Power (<i>Gasolin</i>).....	18
Methanol	18
❖ Campuran Metanol dengan Bensin.....	19
❖ Hipotesa	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21

❖ Diagram Alir Penelitian	21
❖ Alat dan Bahan Penelitian	22
❖ Persiapan Pengujian	28
❖ Prosedur Pengujian Dan Pengambilan Data	28
❖ Prosedur Pengolahan Data.....	29
BAB IV ANALISIS HASIL PEMBAHASAN.....	31
❖ Alur Pengukuran Performance	31
❖ Data hasil pengukuran.....	32
❖ Perhitungan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar.....	35
❖ Analisa hasil perhitungan.....	50
BAB V KESIMPULAN	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
INDEKS	58
PROFIL PENULIS	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Oktan Gasolin Indonesia	5
Tabel 2. Nilai Oktan Gasolin Indonesia	17
Tabel 3. Spesifikasi Mesin Uji	27
Tabel 4. Data Putaran mesin Yang Di Butuhkan.....	28
Tabel 5. Pengukuran konsumsi bahan bakar.....	33
Tabel 6. Pengukuran brake dynamometer	34
Tabel 7. Torsi dan daya pada 1000rpm	39
Tabel 8. Torsi dan daya pada 1500rpm	39
Tabel 9. Torsi dan daya pada 2000rpm	40
Tabel 10. Torsi dan daya pada 2500rpm.....	40
Tabel 11. Perhitungan sfc 1000 rpm	48
Tabel 12. Perhitungan sfc 1500 rpm	49
Tabel 13. Perhitungan sfc 2000 rpm	49
Tabel 14. Perhitungan sfc 2500 rpm	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Cadangan <i>Migas Indonesia</i>	2
Gambar 2. Grafik Hubungan Putaran Mesin (rpm) dengan Emisi CO (%).....	3
Gambar 3. Pengaruh Penambahan bioetanol terhadap kadar CO (%).....	4
Gambar 4. Cara kerja motor 4 langkah	8
Gambar 5. Diagram P-V Volume Konstan	10
Gambar 6. Rugi rugi daya.....	15
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 8. Titik Titik Pengujian Dinamometer	23
Gambar 9. (Tachometer).....	24
Gambar 10. Buret	25
Gambar 11. Gelas Ukur	26
Gambar 12. Sepeda Motor Yamaha scorpio z Tahun 2008.....	27
Gambar 13. Dudukan mesin	31
Gambar 14. Proses pembuatan brake dynamometer	32
Gambar 15. Diagram hasil perhitungan torsi x persentase bahan bakar	36
Gambar 16. Diagram hasil perhitungan daya x persentase bahan bakar	41
Gambar 17. Diagram hasil perhitungan sfc x persentase bahan bakar	45

BAB I

PENDAHULUAN

❖ Latar Belakang

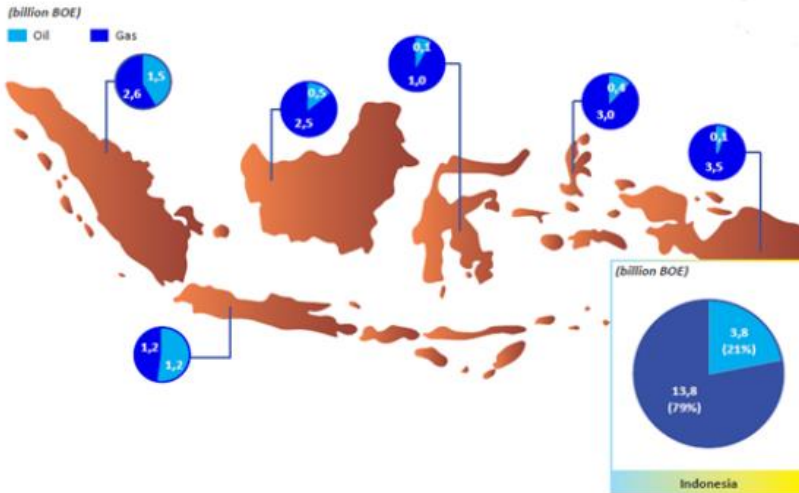
Indonesia memiliki sumber daya energi yang melimpah baik sumber energi fosil maupun energi terbarukan sumber energi fosil, yaitu berupa minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Sementara untuk sumber daya terbarukan, yaitu berupa panas bumi dan biomassa hingga saat ini sumber energi fosil, masih menjadi sumber energi yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor kehidupan masyarakat baik dalam bidang industri maupun bidang transportasi. Penggunaan bahan bakar konvensional, yaitu bahan bakar fosil adalah yang utama digunakan pada umumnya kendaraan bermotor. Berdasarkan data Energy Information Administration (EIA) memaparkan bahwa konsumsi minyak bumi mengalami peningkatan dari tahun ketahun ¹. Banyaknya kendaraan bermotor yang dipakai maka akan sebanyak itu pula penggunaan bahan bakar fosil tersebut ², namun pertumbuhan kendaraan yang semakin tahun semakin meningkat tidak berpengaruh pada konsumsi bahan bakar tetapi pada pertumbuhan penduduk ³. Sementara untuk cadangan Minyak Indonesia sekitar 3,8 miliar barel di tahun 2019 dengan rasio sebesar 9 tahun.⁴ hal ini dapat dilihat pada gambar.

¹ Misru Razi, Eko Siswanto, dan Widya Wijaya, "Pengaruh derajat pengapian terhadap kinerja motor bakar 6 langkah berbahan bakar etanol," *Jurnal Rekayasa Mesin* 10, no. 3 (2019): 299–308, <https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/607>.

² Halim Farhan dan I Wayan Susila, "Pemanfaatan ampas tebu (bagasse) sebagai bahan bakar alternatif bioetanol dengan metode distilasi menggunakan batu kapur mesh 80 dengan variasi berat dan suhu pemanasan batu kapur," *Jtm* 07, no. 02 (2019): 83–88, <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/29980>.

³ Aldila Rahmawati, "Pengaruh jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor, PDRB per kapita dan kebijakan fiskal terhadap konsumsi energi minyak di Indonesia," *Jurnal Pembangunan dan Pemerataan (JPP)* 10, no. 1 (2019): 1–28, <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcc/article/view/46368/75676589695>.

⁴ Agus Eko Setyono dan Berkah Fajar Tamtomo Kiono, "Dari energi fosil menuju energi terbarukan: potret kondisi minyak dan gas bumi Indonesia tahun 2010 – 2050," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan* 2, no. 3 (2021): 154–162, <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jebt/article/view/11157>.



Gambar 1. Cadangan Migas Indonesia ⁵

Melihat kondisi tersebut, maka diperlukanlah kendaraan yang irit bahan bakar. Umumnya kendaraan di Indonesia bervolume silinder 150 cc dengan menggunakan sistem injeksi yang dikenal EFI (*Electrical Fuel Injection*)⁶. Keterbatasan sumber daya energi yang tiap tahun makin berkurang, maka dibutuhkan energi alternatif untuk mengatasi hal tersebut, Etanol merupakan pilihan alternatif yang dapat ditempuh untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan penelitian ⁷ bahwa penggunaan etanol sebagai campuran bahan bakar Pertalite pada kendaraan meningkatkan daya mesin dan mengurangi gas buang emisi kendaraan, sementara emisi gas buang kendaraan memberikan sumbangsih pencemaran udara sebesar 60-70% yang berakibat fatal bagi kehidupan ⁸. *“Bioetanol adalah bahan bakar yang ramah lingkungan karena terbuat dari bahan bakar nabati serta memiliki angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar*

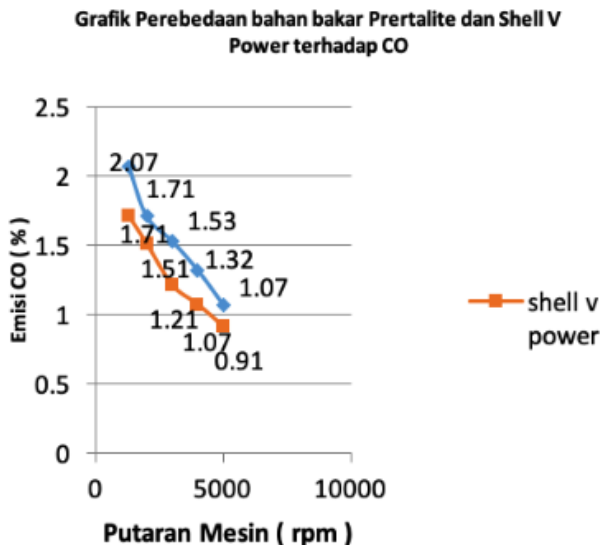
⁵ Ibid.

⁶ Riva Suro Jatmiko, Kuntang Winangun, dan Muhamad Malyadi, “Pengaruh pencampuran bahan bakar pertalite dengan bio etanol terhadap performa mesin injeksi Yamaha Vixion 150cc tahun 2011,” *TURBO* 3, no. 1 (2019): 33, <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jebt/article/view/11157>.

⁷ Imam Prasetyo et al., “Analisa performa mesin dan kadar emisi gas buang kendaraan bermotor dengan memanfaatkan bioetanol dari bahan baku singkong sebagai bahan bakar alternatif campuran pertalite,” *Jurnal Media Mesin* 19, no. 2 (2018): 43-54, <https://journals.ums.ac.id/index.php/mesin/article/view/5698>.

⁸ Erma Yuniati dan Amin Dwi Prasetyo, “Perancangan alat penurun emisi gas karbonmonoksida menggunakan material tembaga sebagai katalisator pada motor honda beat,” *Jurnal SIMETRIS* 11, no. 2 (2021): 372-385, <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/simet/article/view/5139/2888>.

fosil seperti premium"⁹ Pilihan jenis bahan bakar fosil pun bervariasi dengan merek yang bermacam macam, salah satunya adalah Sell V Power. Penggunaan Shell V Power lebih ramah lingkungan dibanding dengan penggunaan Pertalite pada kondisi mesin 125 cc¹⁰.



Gambar 2. Grafik Hubungan Putaran Mesin (rpm) dengan Emisi CO (%)¹¹

Selain etanol yang dipakai untuk campuran bahan bakar yang ramah lingkungan, *naphthalene* atau lebih dikenal sebagai kapur barus dapat juga dipakai sebagai campuran pada bahan bakar yang berguna untuk meningkatkan nilai oktana dan pembakaran lebih sempurna pada ruang bakar motor. Berdasarkan penelitian¹² menyimpulkan bahwa "*Campuran bahan bakar 1 liter pertalite dengan 10 gram Naphthalene terbaik untuk konsumsi bahan bakar, torsi dan daya dibandingkan bahan bakar pertalite murni dan campuran 1 liter pertalite dengan 5 gram Naphthalene.*". Penelitian lain menyimpulkan bahwa campuran bahan bakar Pertamina dengan etanol dengan variasi

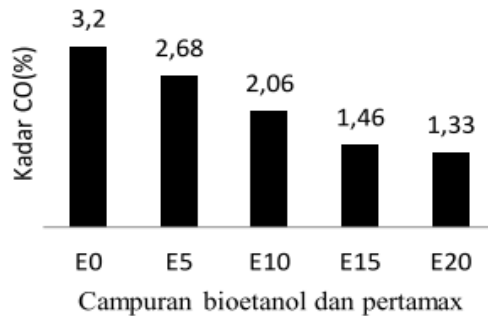
⁹ Jandri Fan HT Saragi dan Jhon Sufrjadi Purba, "Pembuatan bioetanol dari tebu," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer* 11, no. 2 (2021): 410–416, <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/simet/article/view/5349/2891>.

¹⁰ Adnan Surbakti, "Perbandingan emisi gas buang bahan bakar shell v-power dan pertalite pada mesin 125cc," *Jurnal Ilmiah CORE IT* 10, no. 3 (2022): 13–17, <http://ijcoreit.org/index.php/coreit/article/view/337/467>.

¹¹ Ibid.

¹² I.K. Suka Arimbawa, I.N. Pasek Nugraha, dan K. Rihendra Dantes, "Analisis pengaruh campuran bahan bakar pertalite dengan naphthalene terhadap konsumsi bahan bakar, torsi dan daya pada sepeda motor 4 langkah," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha* 7, no. 1 (2019): 1–6, <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/IPTM/article/view/18616>.

30%,50%, 70% menaikkan daya hingga 7000 rpm serta meningkatkan torsi mesin ¹³. Penelitian sejenis juga dilakukan oleh ¹⁴, dimana menyimpulkan bahwa emisi gas buang CO didapat pada bahan bakar E20 atau campuran Pertamina dan Etanol 20% dengan kadar 1,33%.



Gambar 3. Pengaruh Penambahan bioetanol terhadap kadar CO (%)15

Penelitian yang dilakukan ¹⁶ menyatakan bahwa peningkatan torsi mesin yang signifikan adalah campuran etanol 10 dan 15% dengan peningkatan 0,89 Nms, sedangkan emisi gas buang yang terbaik adalah campuran etanol 15%. Pencampuran Peralite dan Bioetanol dari biji Sorghum juga menghasilkan Peningkatan kinerja mesin dan mengurangi emisi gas buang yang menghasilkan polusi udara ¹⁷. Kualitas Bahan bakar diukur dengan RON (*Research Octane Number*) dimana makin tinggi nilai oktan, maka makin baik kualitas bahan bakar tersebut. RON secara sederhana digambarkan seberapa besar tekanan yang bisa diberikan sebelum bensin terbakar secara spontan di ruang bakar kendaraan. Nilai RON tertinggi di pasaran adalah Pertamina Turbo RON 96 dan Shell V Power 95 ¹⁸.

¹³ Sri Anastasia Yulistirani et al., "Analisa performa mesin motor 4 langkah 110 cc dengan menggunakan campuran bioetanol-pertamax," *Jurnal Teknologi* 11, no. 1 (2019): 85–90, <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/3889>.

¹⁴ Selvia Aprilyanti, Madgaskar, dan Faizah Suryani, "Pengaruh penambahan bioetanol dari mahkota nanas terhadap emisi gas buang pada mesin motor 4 langkah," *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 9, no. 2 (2020): 147–153.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Jawantino Samawa, Nely Ana Mufarida, dan Mokh. Hairul Bahri, "Pengaruh variasi campuran bioetanol dan pertamax terhadap performa motor sport 4 langkah 150 cc injeksi," *J-Proteksion* 6, no. 2 (2022): 35–40, <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/J-Proteksion/article/view/6091/3767>.

¹⁷ Abdi H. Sebayang et al., "Pengaruh campuran bahan bakar pertalite-bioetanol biji sorghum pada mesin bensin," *Jurnal Teknosains* 9, no. 2 (2020): 91, <https://journal.ugm.ac.id/teknosains/article/view/40502>.

¹⁸ Maridjo, Ika Yuliyani, dan Angga R., "Pengaruh pemakaian bahan bakar premium, pertalite dan pertamax terhadap kinerja motor 4 tak," *Jurnal Teknik Energi* 9, no. 1 (2019): 73–78, <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/energi/article/download/1648/1316>.

Tabel 1. Nilai Oktan Gasolin Indonesia ¹⁹

No	Jenis	Angka Oktan (RON)
1	Premium	88
2	Pertamax	92
3	Shell Super	92
4	Shell V-Power	95
5	Pertalite	90
6	LPG	112

Namun pada sisi lain, jenis bahan bakar yang memiliki RON tinggi seperti Pertamax atau *Shell V-Power* tidak dapat mempertahankan nilai viskositas oli motor. Berbeda dengan jenis bahan bakar Premium, hal ini terjadi karena nilai kalor pada jenis bahan bakar tersebut paling rendah, hal ini telah dilakukan penelitian ²⁰, Sementara sistem mekanisme motor yang dikenal ada dua langkah (*two strokes engine*) dan empat langkah (*four strokes engine*) ²¹, sementara pengembangan yang terbaru adalah enam langkah (*six strokes engine*) ²²

❖ Rumusan Masalah

Dari penjelasan dan uraian pada latar belakang di atas yang mengupas mengenai bahan bakar dan variasinya, maka dapat dirumuskan permasalahan, yaitu untuk mengetahui karakteristik penggunaan bahan bakar Shell V-Power dengan variasi campuran Metanol terhadap performa motor bakar Yamaha scorpio tahun 2006.

❖ Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah di uraikan diatas maka tujuan penelitian ini adalah:

¹⁹ Ibid.

²⁰ Dwi Yuliyanto dan Edi Widodo, "Pengaruh jenis bahan bakar terhadap viskositas dan TBN pelumas SAE10W-30 pada motor bakar 125cc," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal* 3, no. 1 (2018): 1-5, <http://ojs.umsida.ac.id/index.php/rem/article/view/1541/1185>.

²¹ Muhammad Shalahuddin Ghaly dan Yuniarto Agus Winoko, "Analisis perubahan diameter base circle camshaft terhadap daya dan torsi Pada sepeda motor," *Jurnal Flywheel* 10, no. 2 (2019): 7-12, <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/flywheel/article/view/742>.

²² Razi, Siswanto, dan Wijaya, "Pengaruh derajat pengapian terhadap kinerja motor bakar 6 langkah berbahan bakar etanol."

1. Mengetahui pengaruh penggunaan Shell V-Power dengan variasi putaran terhadap parameter motor YAHAMA scorpio z seperti daya,torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik.
2. Mengetahui pengaruh campuran Shell V-Power dengan variasi campuran metanol terhadap parameter sepeda motor YAMAHA scorpio z seperti daya,torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik.
3. Mengetahui perbandingan penggunaan Shell V-Power dan campuran metanol dengan pertalite murni terhadap parameter sepeda motor YAMAHA scorpio z pada putaran mesin 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, dan 2500 rpm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

❖ Motor bakar

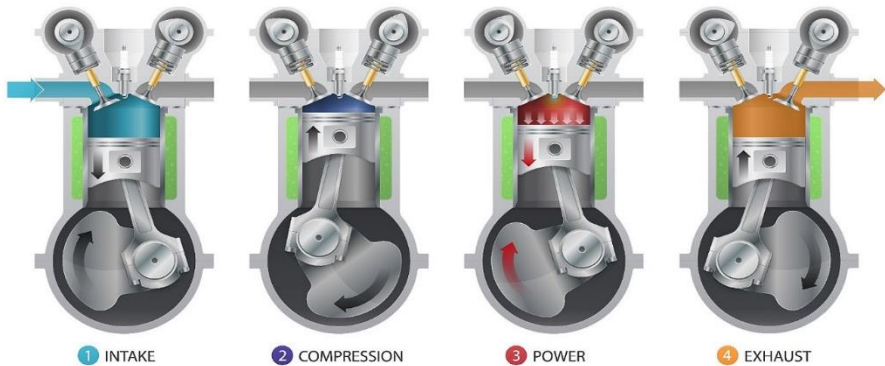
Merujuk jurnal penelitian²³ Motor bakar yaitu mesin atau pesawat bertenaga dimana dalam Bergeraknya menggunakan energi panas dengan mekanisme prosesnya merubah energi kimia pada bahan bakar menjadi energi panas atau sering disebut energi thermal sehingga dari hal tersebut menghasilkan energi gerak mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam, yang sering disebut dengan *Internal Combustion Engine* (ICE , yaitu di mana bahan bakar dan udara dicampurkan dan diisap keruang bakar kemudian mengalami peroses pembakaran akibat percikan bunga api dari busi, di mana panas yang dihasilkan dari pembakaran tersebutlah yang menjadi sumber tenaga mekanik untuk menggerakkan kendaraan tersebut. Selain mesin pembakaran dalam ada juga mesin pembakaran luar yang disebut sebagai *Eksternal Combustion Engine* (ECE) di mana pembakaran bahan bakar terjadi di luar, di mana untuk proses pembakaran diperlukan mesin tersendiri, dan panas dari hasil pembakaran tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dahulu melalui media penghantar setelah itu baru diubah menjadi energi mekanik.

❖ Motor bakar 4 langkah

Motor 4 tak, tenaga diperoleh dari campuran bensin dan udara sewaktu pembakaran²⁴

²³ Yusirul Khoiri, Nely Ana Mufarida, dan Kosjoko, "Pengaruh penggunaan variasi bahan bakar pertamax, pertalite dan premium terhadap performa mesin motor injection 115 cc tahun 2013," *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan ...* 3, no. 2 (2019): 29–34, <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/J-Proteksion/article/view/2249>.

²⁴ Dedi Nurdiansyah, Sidjito Soeparman, dan Eko Siswanto, "Studi komparasi performa motor bakar 4 tak karburator dan motor bakar 6 tak mub-2 karburator berbahan bakar pertamax," *Rekayasa Mesin* 12, no. 3 (2021): 613–620, <https://www.rekayamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/934>.



Gambar 4. Cara kerja motor 4 langkah

Prinsip kerja motor 4 langkah:

1. Langkah Hisap (Intake)

Pada langkah isap, piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) dan katup isap terbuka dan katup buang menutup,karena torak atau piston bergerak ke bawah maka di dalam silinder terjadi kepakuman sehingga campuran bahan bakar dan udara akan terhisap dan masuk ke dalam silinder

2. Langkah kompresi (Compresion)

Pada langkah ini piston bergerak dari TMB ke TMA ,kondisi katup isap dan katup buang tertutup semuanya,karena piston atau torak bergerak ke atas maka campuran bahan bakar dan udara yang berada di dalam silinder tertekan ke atas (kompresi) dan dengan dikompresikan maka temperature bahan bakar dan udara menjadi naik sehingga mudah untuk terbakar dan menghasilkan langkah atau usaha.

3. Langkah Usaha

Pada langkah ini mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan motor, saat sebelum torak mencapai titik mati atas, pada saat lankah kompresi busi memercikan bunga api pada campurab bahan bakar dan udara yang sudah dikompresikan, sehinga bahan bakar akan terbakar dan menimbulkan ledakan yang kuat, ledakan dari tekanan gas pembakaran yang sangat tinggi

dapat mendorong torak kebawah, usaha inilah sebagai sumber tenaga mesin (*Engine power*).

4. Langkah Buang

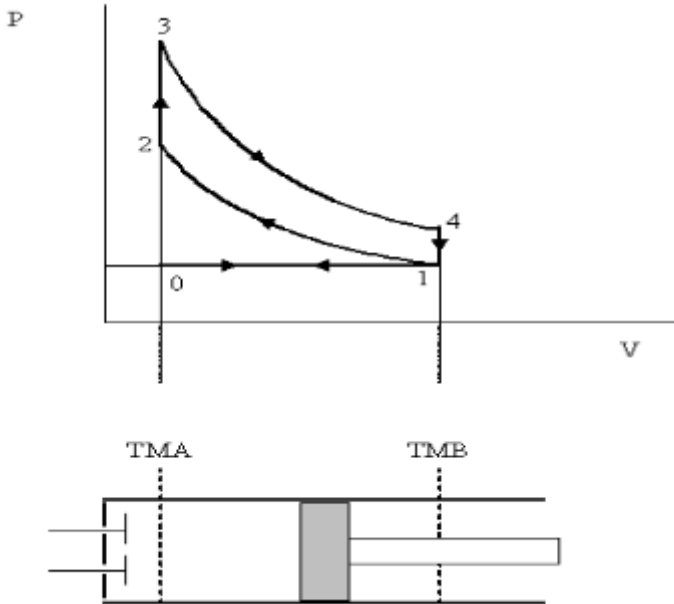
Setelah akhir dari langkah usaha piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas, pada saat ini katup buang terbuka dan katup isap dalam keadaan tertutup. Karena piston atau torak bergerak ke atas maka, gas hasil pembakaran di dalam silinder akan terdorong dan keluar melalui katup buang, dilanjutkan ke *Exhaust Manifold* kemudian ke knalpot dan dibuang ke udara bebas. Pada saat akhir langkah buang dan awal langkah isap kedua katup akan membuka (*valve ove lapping*), keadaan ini berfungsi sebagai langkah pembilasan (campuran udara) bahan bakar baru mendorong gas sisa hasil pembakaran

❖ Siklus Termodinamika

Jika sebuah mesin berkerja secara kontinyu,kita bisa menganggap sebuah siklus dimulai dari langkah mana saja. ketika mesin kembali ke langkah dimana kita mulai,kita katakan bahwa satu siklus telah selesai dilakukan. Proses konversi energi yang terjadi pada motor bakar torak berdasarkan pada siklus termodinamika, peroses sebenarnya amat komplek ²⁵,sehingga analisa dilakukan pada kondisi ideal dengan fluida kerja udara. Idealisasi proses tersebut sebagai berikut:

1. Fluida kerja dari awal peroses hingga akhir proses
2. Panas jenis di angap konstan meskipun terjadi perubahan temperature pada udara
3. Proses kompresi dan ekspansi berlangsung secara adiabatik,tidak terjadi perpindahan panas antara gas dan dinding silinder
4. Sifat-sifat fluida tidak berubah selama siklus berlangsung.
5. Motor 2 (dua) langkah mempunyai siklus yang sama dengan motor 4 (empat) langkah.

²⁵ Jandri Fan HT Saragih dan Jhon Sufriadi Purba, "Analisis pengaruh mekanisme katub terhadap daya pada motor bakar 4 tak dengan bahan bakar bensin mesin 1500 CC," *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)* 2, no. 2 (2021): 16–27, <http://jurnal.cereditindonesia.or.id/index.php/mesil/article/view/556>.



Gambar 5. Diagram P-V Volume Konstan ²⁶

- **Proses 0-1:**

Volume langkah :

Merupakan volume dari langkah torak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas

(TMA) adalah :

$$V_L = V_{TMB} - V_{TMA}$$

Volume sisa :

Merupakan volume minimum silinder pada saat torak berada di titik mati atas (TMA), besarnya volume sisa adalah

$$r_c = \frac{V_d + V_c}{V_c}$$

Volume pada titik 1 :

Merupakan hasil penjumlahan volume langkah (V_d) dengan volume sisa (V_c)

$$V_1 = V_d + V_c \quad (3)$$

²⁶ Ibid.

Maka kerja yang terjadi pada titik 0-1 adalah dihitung berdasarkan persamaan berikut ini:

$$W_{0-1} = P_0(V_1 - V_0) \text{ dimana } P_0 = P_1$$

- **Proses 1-2:**

Langkah kompresi isentropik, semua katup tertutup. Torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) :

Tekanan pada titik 2 :

Campuran bahan bakar dan udara yang berada di dalam silinder ditekan dan dimanipulasi oleh torak yang bergerak ke titik mati atas (TMA). Akibatnya, tekanan dalam silinder naik menjadi P_2 . Nilai dari P_2 dapat kita hitung dengan

$$P_2 = P_1 (r_c)^k$$

Temperatur pada titik 2 :

Campuran bahan bakar dan udara yang dimanipulasi oleh torak yang bergerak ke titik mati atas (TMA) juga mengakibatkan suhu dalam silinder naik menjadi T_2 . Nilai T_2 dapat kita hitung sesuai dengan:

$$T_2 = T_1 (r_c)^{k-1}$$

Volume pada titik 2:

Nilai dari V_2 dapat kita hitung dengan:

$$V_2 = \frac{m_m R T_2}{P_2}$$

Kerja persiklus 1-2:

Kerja yang diserap selama Langkah kompresi isentropik untuk satu silinder dalam satu siklus dapat dihitung dengan:

$$W_{1-2} = \frac{m_m R (T_2 - T_1)}{1 - k}$$

- **Proses 2-3:**

Proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara terbakar didalam ruang bakar, semua katup tertutup. Kalor masuk: Q_{HV} merupakan nilai kalor panas dari bahan bakar. Nilai kalor panas dari centake adalah 43,980 kJ/kg dan diasumsikan terjadi pembakaran sempurna ($\mu_c=1$) maka, kalor masuk pada kondisi tekanan konstan dapat kita hitung adalah:

$$Q_{in} = m_f Q_{HV} \eta_C$$

Temperature pada titik 3:

Dimana $Q_{in} = m_m C_p (T_3 - T_2)$ maka nilai T_3 dapat dihitung

$$T_3 = \frac{Q_{in} + m_m \cdot c_p \cdot T_2}{m_m \cdot c_p}$$

Volume pada titik 3:

Volume pada titik 3 dapat diperoleh dengan menggunakan rumus

$$V_3 = \frac{m_m \cdot R \cdot T_3}{P_3}$$

Kerja pada titik 2-3:

$$W_{2-3} = P_2 (V_3 - V_2)$$

• Proses 3-4:

Langkah kerja (Ekspansi) atau isotropic dan semua katup tertutup, volume pada titik 4 berdasarkan diagram p-v terlihat jelas bahwa $V_4 = V_3$. Temperatur pada titik 4. Setelah torak mencapai titik mati bawah (TMB) sejumlah kalor dikeluarkan dari dalam silinder sehingga temperature fluida kerja akan turun menjadi T_4 . Nilai T_4 dapat dihitung dengan:

$$T_4 = T_3 \left[\frac{V_3}{V_4} \right]^k - 1$$

Tekanan pada titik 4:

Tekanan pada titik 4 didalam silinder akan mengalami penurunan setelah titik 3. Nilai dari P_4 dapat dihitung

$$P_4 = P_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^k$$

Kerja persiklus 3-4: untuk kerja yang dihasilkan selama langkah ekspansi (W_{3-4}) dapat dihitung

$$W_{3-4} = \frac{m_m \times R \times (T_4 - T_3)}{1 - k}$$

• Proses 4-1:

Rejeksi panas volume konstan (keluaran berhembus kebawah) katup keluar terbuka dan katup hisap tertutup. Tintik 1 merupakan proses Langkah atau disebut juga proses *exhaust blowdown* dimana

katup keluar terbuka dan katup hisap tertutup. Maka volume pada titik 1 (V_1) sama dengan volume pada titik 4 dirumuskan dengan:

$$Q_{4-1} = Q_{out} = m_m C_v (T_s - T_4) = m_m C_v (T_1 - T_4)$$

- **Proses 1-0:**

Tekanan kosntan Langkah buang, katup buang terbuka dan katup hisap tertutup. Titik 0 merupakan proses Langkah buang pada tekanan kosntan ($P_0 = P_1$). Untuk kerja yang dihasilkan pada proses 1-0 (w_{1-0}) dapat dihitung

$$W_{1-0} = P_0 X (V_0 - V_1)$$

W_{net} (Kerja satu siklus):

Kerja yang dihasilkan salam satu siklus kerja dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$W_{neet} = (W_{0-1}) + (W_{1-2}) + (W_{2-3}) + (W_{3-4}) + (W_{4-1}) + (W_{1-0})$$

Untuk efisiensi termal sari satu siklus kerja dari motor bensin dapat dihitung dengan rumus

$$\eta_{in} = \frac{W_{neet}}{Q_{in}}$$

❖ **Parameter Performa Motor Bakar**

Performa motor bakar dapat dicari dengan membaca dan menganalisa parameter yang tertulis didalam sebuah laporan yang berfungsi untuk mengetahui nilai dari Torsi, Daya dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) dari mesin tersebut. Adapun parameter-parameter yang dipergunakan sebagai berikut:

Torsi (*Torque*)

Torsi merupakan kemampuan mesin dalam melakukan kinerja, sehingga torsi merupakan energi. Besaran torsi merupakan besaran yang didapat dari besarn turunan yang dapat digunakan menghitung energi yang didapatkan dari bensa yang berputar pada porosnya ²⁷. Sewaktu terjadi pembakaran pada silinde mesin, dari hasil pembakaran menghasilkan gas yang berakibat meningkatnya tekanan pada piston. Daya tersebut

²⁷ Khoiri, Mufarida, dan Kosjoko, "Pengaruh penggunaan variasi bahan bakar pertamax, pertalite dan premium terhadap performa mesin motor injection 115 cc tahun 2013."

langsung diteruskan ke connecting rod dan berujung ke crankshaft²⁸.

$$T = \frac{159,2 \times P}{N}$$

Dengan,

T : Torsi (N.m)

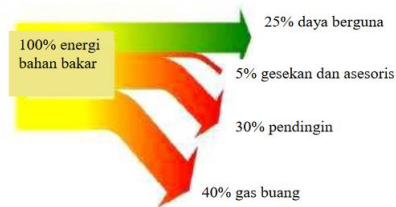
P : Daya (kW)

N : Putaran mesin per detik (rev/s)

Daya (Power)

Untuk kendaraan, daya didapat dari pembakaran bahan bakar yang terjadi pada silinder, umumnya dikenal dengan daya indikator. Kemampuan torak bekerja bolak balik di dalam silinder mesin disebut Daya. Fenomena yang terjadi di dalam silinder adalah perubahan energi kimia pada bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi gerak atau mekanik yang terjadi pada torak. Daya indikator juga didefinisikan sebagai sumber tenaga dalam satuan kinerja mesin yang berfungsi mengatasi beban yang ada pada mesin. pada prinsipnya, mesin dapat berjalan dikarenakan komponen komponen yang ada bekerja berkaitan satu dengan yang lain. Komponen komponen yang ada di mesin juga termasuk beban yang mesti diatasi oleh daya indikator. Komponen itu sering disebut dengan aksesoris mesin yang pada prinsipnya mengambil daya dari daya indikator mesin. faktor gesekan yang terjadi antar komponen mesin menjadi beban tambahan yang terjadi pada mesin. seperti gambar dibawah dapat dilihat bahwa untuk menggerakkan aksesoris serta mengatasi gesekan komponen sebesar 5% bagian. Untuk dapat lebih memahami daya, dapat dilihat perumusan masing masing daya dengan satuan HP (*Horse Power*).

²⁸ Petrus Nainggolan, I Gede Eka Lesmana, dan Rovida Camalia Hartantie, "Analisis pengaruh pelumas berdasarkan viskositas terhadap konsumsi Bahan Bakar, daya, dan torsi pada motor 150 cc," in *Koncenin Serial Konfrensi*, vol. 1 (Indonesia: Universitas Pancasila, 2021), 1–8, <http://publikasi.kocenin.com/index.php/pakar/article/view/169%0Ahttp://publikasi.kocenin.com/index.php/pakar/article/download/169/139>.



Gambar 6. Rugi rugi daya

Daya pada kendaraan dapat diukur menggunakan alat *dynamometer* dengan menghitung daya poros menggunakan rumus

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{75 \times 60} \text{ (hp)}$$

Dimana:

P = daya poros (hp)

T = torsi (N.m)

N = putaran mesin (rpm)

1/75 = faktor konversi satuan kg.f menjadi hp

1/60 = faktor konversi satuan rpm menjadi kecepatan translasi (m/s)

1 hp = 0,7355 KW dan 1 KW = 1,36 hp

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (S FC)

Konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption*) adalah pemakaian bahan bakar pada mesin yang bekerja dalam menghasilkan satu satuan daya per satu jam ²⁹. Kinerja pada suatu mesin dapat diukur dengan meneliti Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) ³⁰ dengan rumus

$$SFC = \frac{m_f}{p}$$

Dimana:

SFC : Specific Fuel Consumption (g/kWh)

m_f : Massa jenis bahan bakar yang di masuk (kg/hr)

p : Daya (watt)

²⁹ Dian Wahyu, "Uji Kinerja mesin fiat 4-tak dengan Kapasitas 1.100cc menggunakan automotive engine test bed T101D," *Jurnal Tekni Mesin ITP* 9, no. 2 (2019): 2–11, <https://jtm.itp.ac.id/index.php/jtm/article/view/536>.

³⁰ La Hasanudin et al., "Analisis spesifik konsumsi bahan bakar pada pembangkit listrik tenaga uap di Nii Tanasa dengan menggunakan bahan bakar rendah kalor," *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 11, no. 2 (2020): 50.

❖ Syarat-syarat Bahan Bakar Motor Bakar

Volatility Bahan Bakar

Volatility suatu bahan bakar menunjukkan kemampuannya untuk menguap. Sifat ini penting jika bahan bakar tidak cepat menguap maka bahan bakar akan sulit tercampur dengan udara pada saat terjadi pembakaran. Zat yang sulit menguap tidak bisa dipergunakan sebagai bahan bakar mesin bensin meskipun memiliki nilai kalor yang besar. Namun demikian bahan bakar yang terlalu mudah menguap juga berbahaya karena mudah terbakar.

Angka Oktan (Octane number)

Angka oktan adalah suatu nilai yang menunjukkan sifat anti ketukan (*detonasi*). Dengan arti kata lain, makin tinggi angka oktan maka dapat mengurangi terjadinya detonasi (*knocking*). Berkurangnya intensitas untuk berdetonasi, menyebabkan campuran antara bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga performa motor akan lebih tinggi dan bahan bakar menjadi lebih efisien dalam penggunaannya. Penentuan angka oktan pada bahan bakar dapat dilakukan dengan mengadakan suatu perbandingan bahan bakar tertentu dengan bahan bakar standar. Selain itu dapat juga dengan menggunakan mesin CFR (*Coordinating Fuel Research*). Mesin tersebut merupakan sebuah mesin silinder tunggal dengan perbandingan kompresi yang dapat diukur dari sekitar 4:1 sampai dengan 14:1. Terdapat dua metode dasar yang umum digunakan yaitu Research Method menggunakan mesin motor CFR F-1, yang hasilnya disebut dengan *Research Octane Number* (RON) dan *motor method* yang menggunakan mesin motor CFR F-2 dimana hasilnya disebut dengan *Motor Octane Number* (MON). *Research method* menghasilkan gejala ketukan lebih rendah dibandingkan *motor research*. Besar angka oktan bahan bakar sangat bergantung pada persentase isooktana dan normal heptana yang terkandung didalamnya. Sebagai pembanding, bahan bakar yang terlalu mudah berdetonasi adalah normal heptana sedang yang sukar berdetonasi adalah isooktana. Bensin yang cenderung kearah sifat normal heptana disebut bensin dengan nilai oktan rendah (angka oktan

rendah) karena mudah berdetonasi. Sebaliknya bahan bakar yang lebih cenderung ke arah sifat isooktana dikatakan bensin dengan nilai oktan tinggi atau lebih sukar berdetonasi. Misalnya suatu bensin mempunyai angka oktan 90 akan lebih sukar berdetonasi daripada bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdetonasi dinilai dari angka oktannya. Dengan demikian jika suatu bensin memiliki angka oktan 90 berarti bensin tersebut cenderung berdetonasi sama dengan campuran yang terdiri atas 90% volume iso-oktana dan 10% volume normal heptana. Nilai oktan yang harus dimiliki oleh bahan bakar ditampilkan dalam tabel.

Tabel 2. Nilai Oktan Gasolin Indonesia ³¹

No	Jenis	Angka Oktan (RON)
1	Pertalite	90
2	Premium 88	88
3	Pertamax	92
4	Shell super	92
5	Shell v- power	95

❖ **Bahan Bakar (Fuel)**

Bahan bakar (fuel) adalah segala sesuatu yang dapat terbakar misalnya : batu bara, minyak tanah, bensin, gas dan sebagainya. Untuk melakukan pembakaran diperlukan 3 (tiga) unsur yaitu :

1. Bahan bakar (Fuel)
2. Udara (O₂ Or Air)
3. Temperatur saat memulai pembakaran (*Initiation Temperature Of Burning*)

Panas yang dihasilkan setelah pembakaran bahan bakar disebut hasil pembakaran. Terdapat 3 (tiga) jenis bahan bakar, yaitu :

1. Bahan bakar padat
2. Bahan bakar cair

³¹ Maridjo, Yuliyani, dan R, "Pengaruh pemakaian bahan bakar premium, pertalite dan pertamax terhadap kinerja motor 4 tak."

3. Bahan bakar gas

Kriteria utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan dipergunakan pada motor bakar adalah :

1. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
2. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah pembakaran karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
3. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepas ke atmosfer.

Bahan Bakar Shell V- Power (*Gasolin*)

Shell V-Power adalah bahan bakar yang diproduksi Shell, bahan bakar ini merupakan bahan bakar dengan formula unggulan dengan adanya (*Friction Modification Technology*) FMT yang didesain untuk meningkatkan kinerja sebuah mesin, dan memiliki formula teknologi pembersih yang kuat, yang dikembangkan untuk membantu meningkatkan kinerja & tingkat respons dalam berkendara. Pada umumnya bahan bakar Shell V-Power digunakan sebagai bahan bakar, untuk motor bensin seperti mobil dan sepeda motor . (PT.SHELL INDONESIA).

Methanol

Methanol Atau *Methyl Alkohol* merupakan senyawa alkohol dengan rantai yang paling sederhana bersifat cair memiliki kalori mendekati bahan bakar minyak, dengan rumus kimianya CH_3OH mempunyai karakteristik sebagai bahan bakar dan terkenal di dunia balap mobil karena metanol dapat menghasilkan tenaga yang besar, angka oktan yang tinggi dan efek pendinginan yang baik.

Adapun beberapa karakteristik bahan bakar yang mempengaruhi performa mesin bensin adalah :

1. Bilangan Oktan
Bilangan oktan (*Octane Number*) merupakan ukuran dari kemampuan bahan bakar untuk mengatasi ketukan sewaktu

terbakar dalam mesin, alkohol ini memiliki nilai oktan yang tinggi dengan angka oktan 110.

2. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan jumlah energi kalor yang dilepaskan bahan bakar pada waktu terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar tersebut. Nilai kalor bahan bakar terdiri dari:

a. Nilai Kalor Atas

Nilai kalor atas atau *highest heating value (HHV)* adalah nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar dengan memperhitungkan panas kondensasi uap (air yang dihasilkan dari pembakaran berada dalam wujud cair).

b. Nilai Kalor Bawah

Nilai kalor bawah atau *lowest heating value (LHV)*, adalah nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar tanpa memperhitungkan panas kondensasi uap (air yang dihasilkan dari pembakaran berada dalam wujud gas/uap).

c. Panas Laten Penguapan

Panas laten atau kalor laten adalah energi yang dibutuhkan oleh kuantitas substansi untuk mengubah fase dari padat ke cair (panas fusi) atau dari cair ke gas (panas penguapan). Ini berarti ketika menguap metanol akan memerlukan panas yang lebih besar, dimana panas ini akan diserap dari silinder sehingga dikhawatirkan Temperatur puncak akan rendah. Padahal agar pembakaran terjadi secara efisien maka temperatur mesin tidak boleh terlalu rendah. Pada kenyataannya karena pembakaran berlangsung sangat cepat panas tersebut tidak akan sempat terserap, sehingga dengan bahan bakar methanol penurunan temperatur hanya berkisar antara 20 - 40 F.

❖ Campuran Metanol dengan Bensin

Selama ini untuk meningkatkan angka oktan pada bensin menggunakan aditif TEL (*Tetraethyl Lead*), dampak dari zat aditif ini penyebab utama keberadaan timbal di Atmosfer. Selain zat aditif TEL, MMT (*Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl*) dan MTBE (*Methyl Tertier Buthyl Eter*) digunakan sebagai zat aditif,