

PAPIER • ACCÈS OUVERT

L'utilisation des dispositifs magnétiques pour améliorer les performances et réduire les émissions de gaz de moteur Otto

Pour citer cet article: M Hazwi *et al* 2019 *IOP Conf. Ser Mater. Sci. Eng.* 505 012051

Voir le [article en ligne](#) pour les mises à jour et améliorations.

Utilisation des instruments magnétiques pour améliorer les performances et réduire les émissions d'un moteur Otto

M Hazwi¹, TB Sitorus^{1,2}, J Arjuna¹ et P Sinaga¹

¹ Génie mécanique, Universitas Sumatera Utara - Medan, en Indonésie

² PUI Energi Berkelanjutan dan biomatériau, USU - Medan, en Indonésie

Courriel: tburhanudin@yahoo.com

Abstract. Utilisation de l'instrument magnétique est un effort pour améliorer le rendement et de réduire les émissions d'échappement produit par le moteur Otto. Les expériences sont effectuées en faisant varier la vitesse du moteur et la variation de la distance de montage de l'instrument magnétique de la soupape d'admission lors de l'entrée de la chambre de combustion. Un instrument magnétique est installé dans le collecteur d'admission, avant de se diriger dans la chambre de combustion. Les résultats expérimentaux montrent qu'il est constaté qu'il y a une augmentation de l'efficacité thermique et la diminution de la consommation de carburant lorsque le moteur utilise instrument magnétique de 2500 gauss allant de 5,99 à 22,02%. Les émissions de gaz d'échappement produit également réduits pour les niveaux de CO et de HC environ 6-20%.

1. Introduction

La source d'énergie générale dans le monde est l'énergie fossile en particulier du mazout. À l'heure actuelle, l'Indonésie est encore très dépendant de l'énergie fossile. L'énergie fossile fournit encore près de 95% des besoins énergétiques de l'Indonésie. Environ 50% de l'énergie fossile est le pétrole, et le reste est du gaz et du charbon. L'énergie fossile est l'énergie non renouvelable et se déroulera dans les prochaines années. Les données national de l'énergie 2015-2050 indique que le potentiel d'énergie fossile de l'Indonésie, y compris le pétrole, le gaz naturel et le charbon ne peut durer dix ans, 31 ans et 80 ans si aucune nouvelle réserve d'énergie fossile se trouvent [1, 2]. En plus d'être épuisé, l'énergie fossile a également un impact négatif sur l'environnement. les émissions de gaz à effet de serre provenant de la combustion des énergies fossiles ont un effet sur le réchauffement climatique qui provoque le changement climatique. La cause principale de ceci est l'imperfection de la combustion dans la chambre de combustion, en plus des pertes par frottement supportés entre les composants du moteur. La combustion incomplète aura un effet qui réduit la capacité de travail du moteur [3, 4, 5]. En outre, les résultats de la combustion incomplète de la consommation de carburant et les émissions d'échappement.

Diverses améliorations de l'efficacité des moteurs à combustion ont été réalisées en ce qui concerne les apports de combustibles, telles que la technologie électronique d'injection de carburant, la combustion améliorées, telles que l'utilisation de la bougie d'allumage double, le système de régulation de la soupape de carburant avec la méthode VVT-i et VTEC, l'augmentation de la prise d'air avec l'addition de turbocompresseur ou compresseur volumétrique. Une façon d'améliorer les performances des moteurs à combustion développé aujourd'hui est le système de magnétation de carburant. Le principe de fonctionnement consiste à magnétiser l'huile combustible qui circule de la pompe à huile vers le collecteur d'admission à l'aide d'un dispositif contenant une force magnétique spécifique [6]. Ainsi, avant d'être brûlé dans la chambre de combustion, le carburant est déjà magnétisé. Les recherches menées au Laboratoire de l'énergie de l'Université de Kobe en utilisant une injection directe



type diesel Yanmar NF-19SK a montré une diminution de la consommation de carburant de 13-14% dans des conditions de charge normales en utilisant un magnétiseur [7].

2. Étude

2.1. L'effet magnétique dans l'huile de carburant

Si les atomes sont placés dans un aimant uniforme, les électrons qui entourent le noyau deviennent filé. Cette rotation provoque l'apparition d'un champ magnétique secondaire qui est opposée à la direction du champ magnétique donné. Pour les moteurs qui utilisent l'huile de carburant de sorte lorsque le carburant est encore dans le réservoir de carburant, les molécules d'hydrocarbures qui sont les principaux constituants de l'huile de combustible ont tendance à attirer les uns des autres et de former des particules en bouquets. Ce regroupement va se poursuivre, entraînant les molécules d'hydrocarbures ne pas être séparé ou il n'y a pas assez de temps pour séparer les uns des autres lors de la réaction avec de l'oxygène dans la chambre de combustion [8]. Le résultat regrettable est une imperfection de combustion pur avec la présence de contenu HC dans les gaz de combustion.

La présence d'un champ magnétique suffisamment fort permanente dans la molécule d'hydrocarbure diamagnétique provoque des réactions de rejet entre les molécules d'hydrocarbure pour former une distance optimale entre les molécules d'hydrocarbures. Cela permettra d'accroître l'interaction entre les molécules d'hydrocarbures avec de l'oxygène. Les particules atomiques qui composent la molécule d'hydrocarbure seront affectés par le champ magnétique de sorte que la direction sera plus aligné ou orienté dans le cadre du champ magnétique [9]. L'utilisation d'aimants est destiné à enregistrer la consommation de carburant à travers le processus d'aimantation. Le processus d'aimantation est nécessaire pour permettre au carburant de se lier l'oxygène plus facilement au cours des processus de combustion et de réduire les hydrocarbures non brûlés alimentés par le processus de combustion [10].

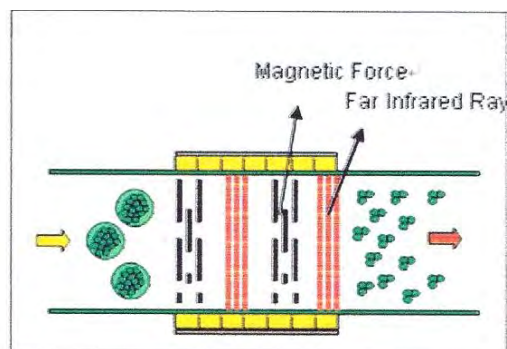


Figure 1. effet Magnetization pour le carburant [11]

Cela est dû à la taille de la structure moléculaire du carburant va se transformer en petites liaisons dues à l'aimantation. La petite taille de ces molécules affectera directement le processus de gravure plus naturelle dans la chambre de combustion. En d'autres termes, le processus d'aimantation dans le carburant fera une combustion plus parfaite [12].

Comme le carburant passe à travers le collecteur, les forces d'aimantation à l'intérieur de l'aimant fixé sur la conduite de carburant conduit à la rupture de la liaison carbone-carbone dans le carburant en petites parties de la liaison ionique. Le pôle négatif de l'aimant va attirer les ions positifs tandis que l'ion négatif sera tenté par le pôle positif de l'aimant de sorte que des ions positifs et des ions négatifs iront régulièrement après passage à travers le champ magnétique. Ce lien petit et régulier rend l'oxygène facile à réagir avec du carburant au processus de combustion [13]. L'effet du carburant sera plus efficacement brûlé dans la chambre de combustion ou l'apparition d'une combustion complète.

2.2. Le paramètre de la performance

Les principaux paramètres du moteur à combustion interne sont la puissance, la consommation de carburant spécifique et le rendement thermique [14, 15]. La vitesse du moteur et le couple affectent considérablement la puissance produite par le moteur à combustion interne. En général, il existe deux types de pouvoir, à savoir la puissance de l'arbre et la

puissance de l'indicateur. La puissance de l'arbre ou de la puissance effective est la puissance produite par le moteur sur l'arbre de sortie qui calculé par l'équation:

$$W = \frac{2\pi \cdot N \cdot \tau}{60000} \quad \text{kW} \quad (1)$$

Le paramètre N est la vitesse du moteur (rpm), et τ est le couple (Nm).

La consommation spécifique de carburant (SFC) est la quantité de carburant utilisée par le moteur par unité de puissance pour chaque heure de fonctionnement. On peut dire que la consommation de carburant spécifique est une indication de l'efficacité du moteur pour produire de l'énergie provenant de la combustion de carburant. La valeur SFC peut être déterminée à partir de:

$$SFC = \frac{m}{W} \cdot 3600000 \quad \text{g / kWh} \quad (2)$$

Où m est le taux d'écoulement de carburant (kg / s).

L'efficacité thermique du moteur à combustion interne est le rapport entre l'énergie émise et l'énergie de combustion de carburant follows:

$$\eta_t = \frac{W}{m \cdot Q_{HV} \cdot \eta_c} \quad (3)$$

Le paramètre Q_{HV} est la valeur calorifique (kJ / kg), et η_c est le rendement de la combustion qui la valeur de 0,97.

3. Méthodologie

3.1. Matériaux

Les tests sont effectués en utilisant du carburant pertalite. L'équipement de bord qui a ajouté entre le collecteur d'admission et la chambre de combustion est un instrument magnétique de 2500 gauss. La spécification principale du dispositif magnétique est le modèle de production d'Indonésie FT-15, a une force magnétique de 2500 gauss à une distance polaire de 0,75 cm et une dimension de 50 mm x 20 mm.

L'instrument de mesure utilisé est l'analyseur des émissions (précision • 90-98%). La bombe calorimétrique est utilisée pour connaître la valeur calorifique du combustible. L'équipement de mesure de couple est utilisé pour mesurer le couple du moteur.



(une)



(B)

Figure 2. a) calorimètre

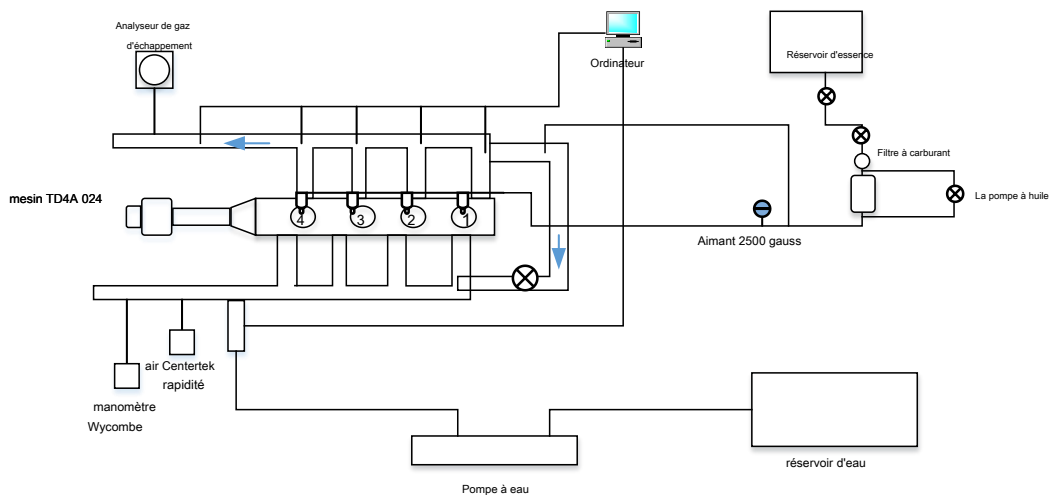
b) un analyseur d'émission

Tableau 1. La spécification du moteur Otto testé

Type de moteur	TecQuipment TD4A 024 / SACT
Diamètre x course	73 mm x 80,5 mm
numéro de cylindre	4
Capacité	1486 cc
Ratio de compression	10: 1
Puissance maximum	30 kW / 4900 rpm
puissance de couple	80 Nm / 4500 rpm

3.2. schéma expérimental

Le moteur Otto calibré est relié à des instruments de mesure et les instruments de support. L'instrument de support magnétique 2500 Gauss est placé entre le collecteur d'admission et la chambre de combustion, qui est modifiée à moins de 10 cm, 20 cm et 30 cm de la chambre de combustion. Ceci est fait pour déterminer l'effet de l'installation de 2500 gauss champ magnétique contre la performance du moteur Otto. jauge de l'analyseur de gaz est placé sur le tuyau d'échappement. En outre, il existe également des variations de rotation du moteur se composant de 2000 tours par minute, 2500 tours par minute, 3000 tours par minute, 3500 tours par minute et 4000 tours par minute. L'instrument de la mesure est relié à l'acquisition de données avec un système d'ordinateur pour enregistrer les conditions changeantes qui se produisent, tels que la composition des gaz d'échappement produits, la vitesse d'écoulement de carburant, le moteur produit le couple et le débit d'air nécessaire à la chambre de combustion. Un système expérimental de cette recherche peut être vu dans la figure 3.

**Figure 3.** schéma expérimental

4. Résultats et discussions

4.1. Performances du moteur

Le couple maximal a été obtenu 51,31 Nm lorsque le moteur au moyen d'un instrument magnétique 2500 gauss à une distance de 30 cm à 4000 tours par minute. Le couple minimum a été obtenu 32,12 Nm lors de l'essai sans utiliser instrument magnétique 2500 gauss à 2000 rpm. Le couple moyen généré dans ces expériences est comprise entre 41,34 Nm. Le couple généré lorsque le moteur utilise un instrument magnétique

2500 gauss à une distance de 30 cm plus grande en raison des paramètres de couple influencés par l'énergie de combustion. L'énergie de combustion produit est plus élevée car le processus de combustion devient meilleur quand on utilise un instrument magnétique 2500 gauss. La figure 4 montre le couple moteur au cours des expériences.

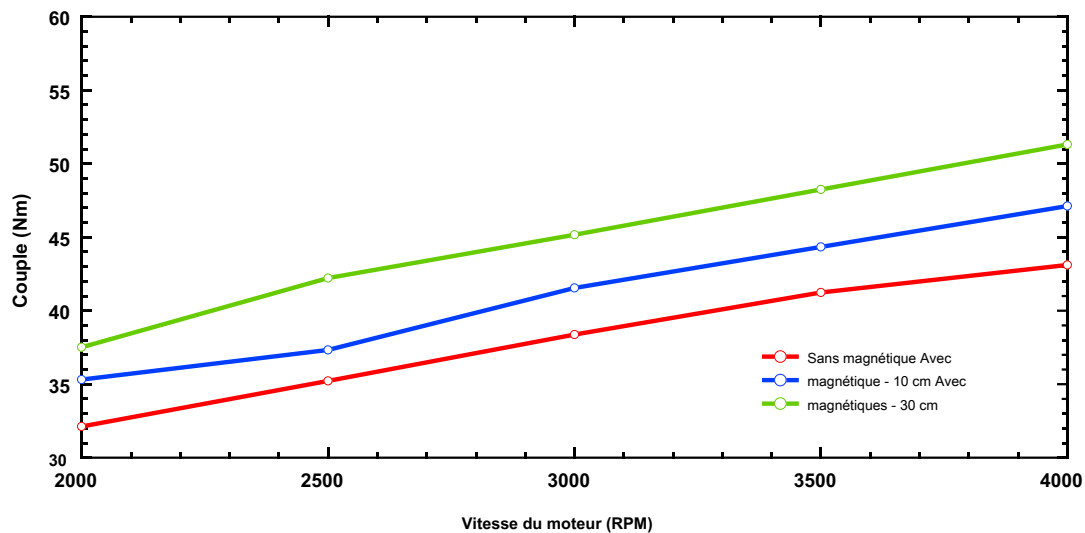


Figure 4. Le couple moteur au cours des expériences

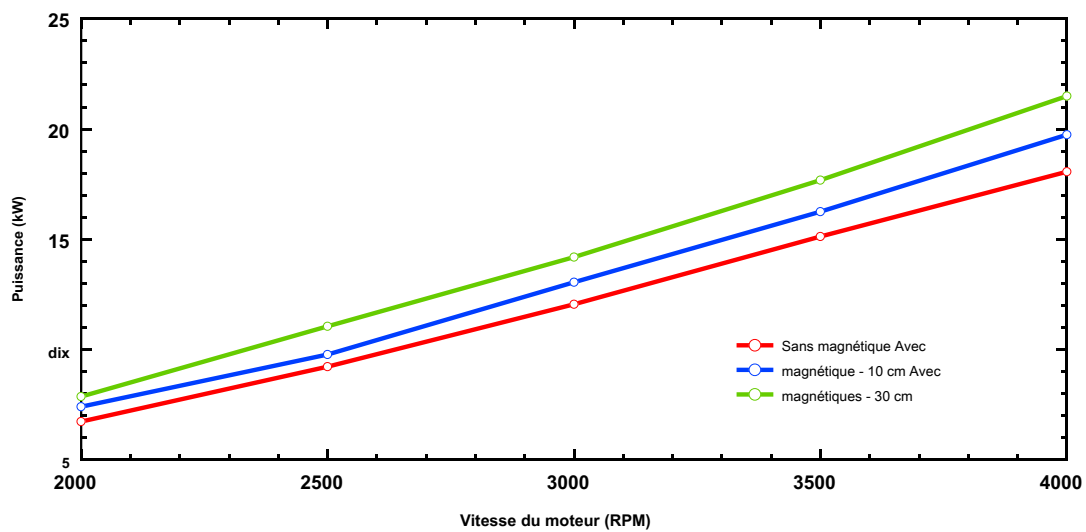


Figure 5. La puissance du moteur au cours des expériences

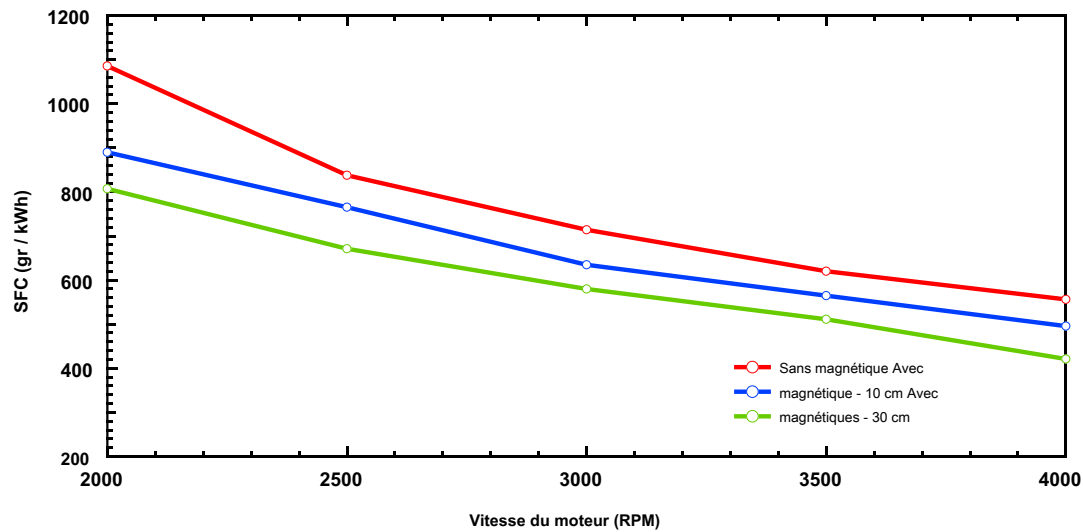


Figure 6. la consommation spécifique de carburant au cours des expériences

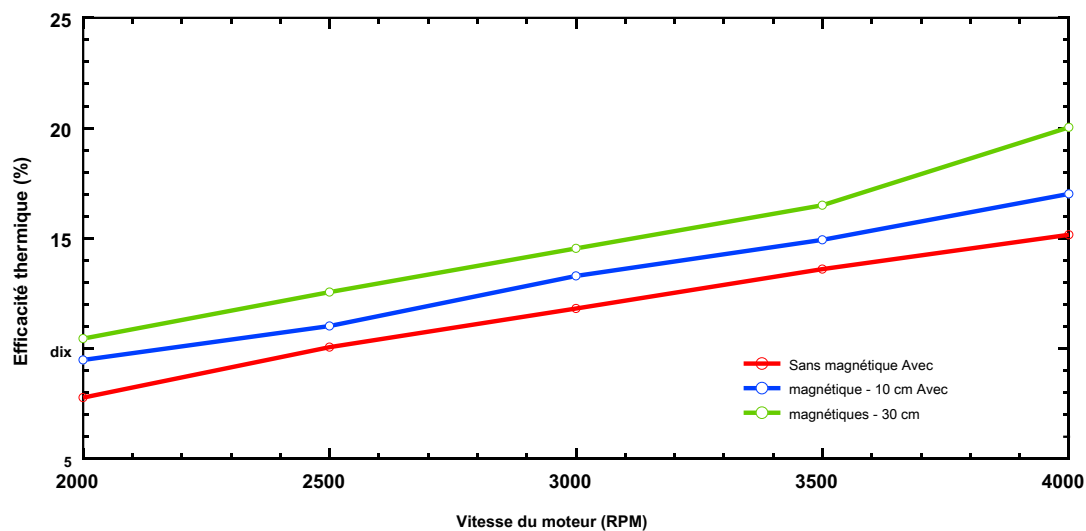


Figure 7. L'efficacité thermique au cours des expériences

La figure 5 montre la puissance du moteur générée au cours des expériences. D'après les données expérimentales obtenues à ce que la puissance maximale est de 21,49 kW à un régime moteur de 4000 tours par minute pour l'utilisation de dispositif magnétique 2500 gauss à une distance de 30 cm. La puissance minimale est obtenue à 6,73 kW lorsque le moteur sans l'aide d'un dispositif magnétique 2500 gauss à la vitesse du moteur de 2000 tours par minute. Augmentation de la puissance du moteur lorsque le moteur à l'aide magnétique 2500 gauss variait de 5,99 à 13,10%. Les paramètres qui influent le plus sur la puissance du moteur est le couple généré. Comme on sait que lorsque le couple devient plus important, la puissance produite est plus importante. La figure 6 représente la consommation spécifique de carburant de moteur à otto produite au cours des expériences. La valeur de SFC maximale est obtenue 1085,58 gr / kWh lorsque le moteur sans utiliser de dispositif magnétique 2500 gauss à 2000 rpm. La valeur minimale de SFC, on obtient 420,91 g / kWh à 4000 tours par minute lorsque le moteur utilise instrument magnétique de 2500 gauss à une distance de 30 cm. La valeur moyenne de la SFC résultant de l'expérience a été 676,81 g / kWh. La diminution de SFC lorsque le moteur utilise des gammes d'instruments magnétiques 2500 gauss 8,62 à 18,05%. La SFC lorsque le moteur utilise dispositif magnétique de 2500 gauss diminué. L'un d'eux a provoqué le processus de combustion résultant d'être mieux lorsque le moteur au moyen d'un dispositif magnétique 2500 gauss. Cette L'un d'eux a provoqué le processus de combustion résultant d'être mieux lorsque le moteur au moyen d'un dispositif magnétique 2500 gauss. Cette L'un d'eux a provoqué le processus de combustion résultant d'être mieux lorsque le moteur au moyen d'un dispositif magnétique 2500 gauss. Cette

rend le carburant nécessaire à moins que lorsque le moteur fonctionne sans l'aide d'un dispositif magnétique de 2500 gauss pour les mêmes conditions. Le rendement thermique obtenu au cours des épreuves est représenté figure 7. Les résultats expérimentaux indiquent que le rendement thermique maximal de 20,03% lorsque le moteur en utilisant l'instrument magnétique 2500 gauss avec une distance de 30 cm à 4000 tours par minute. L'efficacité thermique minimale est

7,77% de la vitesse du moteur à 2000 tours par minute lorsque le moteur sans utiliser instrument magnétique de 2500 gauss. La valeur de l'efficacité thermique moyenne résultant des expériences a été 13,21%. L'efficacité de l'augmentation thermique lorsque le moteur Otto à l'aide magnétique 2500 gauss est comprise de 9,44 à 22,02% à partir de. Les paramètres d'efficacité thermique des moteurs à combustion influence sont la puissance, le taux circulant de carburant au cylindre et la valeur calorifique du combustible.

4.2. Les compositions des gaz d'échappement

Dans cette étude, on mesure les niveaux d'émission de gaz d'échappement produits par le moteur avec et sans l'aide d'un instrument magnétique 2500 gauss. Le tableau 2 indique les niveaux d'émission des gaz d'échappement produits par les trois conditions.

Langlette le 2. MesureMe nt de données de gaz d'échappement

État	La vitesse du moteur (Rpm)	émissions de		
		CO ₂ (%)	CO (%)	HC (ppm) O ₂ (%)
sans magnétique	2000	2,82	3,30	171 23,87
	2500	3.11	3.38	173 23,93
	3000	3,50	3,42	178 24,02
	3500	3,82	3,61	189 24,06
	4000	4.10	4,36	192 <u>24,09</u>
Avec magnétiques 10 cm	2000	2,93	2,67	168 21,34
	2500	3,23	2,72	169 22,21
	3000	3,65	2,70	167 23,05
	3500	3,95	2,80	169 21,43
	4000	4.25	2,95	171 <u>21,47</u>
Avec magnétiques 30 cm	2000	2,95	2,69	165 23,34
	2500	3.32	2,83	170 22,21
	3000	3,72	2,74	169 23,05
	3500	3,97	2,86	165 22,43
	4000	4,31	2,93	170 <u>22,49</u>

Les émissions d'échappement étudiés dans le gaz d'échappement en utilisant le Sukyong SY-GA 401 mètres d'émission. Comme on sait que les émissions de monoxyde de carbone surviennent parce que, au moment du processus de combustion se produit un manque d'oxygène. Le manque d'apport d'oxygène provoque une combustion incomplète où l'atome de C O manque 2

de CO₂. Elle montre que, sans l'aide d'un instrument magnétique de 2500 gauss, le moteur Otto produit le plus de CO pour chaque variation de la vitesse du moteur. La réduction des émissions dans les niveaux de CO se produit lorsque le moteur utilise un instrument magnétique 2500 gauss qui varie de 6 à 12% par rapport sans l'aide d'un instrument magnétique 2500 gauss. En ce qui concerne l'émission de HC, les gaz d'échappement est due à un manque d'oxygène, de sorte que le processus de combustion a lieu qu'imparfaitement parce que de nombreux atomes de carbone qui ne reçoivent pas suffisamment d'oxygène pour former du gaz de HC. A partir du résultat de mesure de l'instrument de mesure obtenu niveau de HC minimum lorsque le moteur en utilisant un dispositif magnétique 2500 gauss avec une distance de 30 cm. Les niveaux d'émission de HC maximal sont obtenus lorsque le moteur sans l'aide d'un instrument magnétique

2500 gauss pour chaque variation de la vitesse du moteur. La réduction du CO₂ émission varie de 8 à 20% lorsque à partir de la machine Otto utilise un instrument magnétique de 2500 gauss.

5. Conclusions

Contrôle de la performance du moteur Otto avec un instrument de support magnétique 2500 gauss utilisant un combustible pertalite a été réalisée. Les données expérimentales indiquent qu'il y a une augmentation de puissance, diminution de la consommation spécifique de carburant et l'augmentation de l'efficacité thermique allant de 5,99 à 22,02% lorsque le moteur utilise un instrument magnétique 2500 gauss. Ceci est dû aux propriétés magnétiques de 2500 gauss qui peuvent améliorer la qualité du carburant de sorte que le processus de combustion qui se produit dans la chambre de combustion devient meilleure que sans l'aide d'un instrument magnétique. Les émissions de gaz d'échappement générés niveaux est une diminution de CO et de HC allant de 6 à 20% pendant l'utilisation de l'instrument magnétique de 2500 gauss.

Remerciements

Les auteurs disent merci à Universitas Sumatera Utara par subvention de recherche TALENTA en 2018.

Références

- [1] TB Sitorus et al. 2016 International Journal of Technology 5: 910-922, ISSN 2086-9614. [2] TB Sitorus et al. 2018 IOP Conf. Ser Mater. Sci. Eng. 309 012089.
- [3] Yar A et al. 2018 *modèle orienté vers le contrôle basé premier principe d'un moteur à essence, y compris dynamique à plusieurs cylindres*. Pratique Control Engineering 70, 63-76. [4] Arjuna J et al. 2018 IOP Conf. Ser Mater. Sci. Eng. 309 012088 [5] Irvan et al. 2017. PIO Conf. Ser Mater. Sci. Eng. 206 012028 [6] Yao C et al. 2017 *Etude expérimentale de l'effet des composés aromatiques lourds sur les caractéristiques de des particules ultrafines de combustion et dans le moteur DISI*. Carburant 203, 290-297 [7] TUHS Ginting Manik et al 2018 IOP Conf. Ser Mater. Sci. Eng. 420 012026 [8] Hasanain A et al. 2017 *Enquête sur l'investissement aimantation de carburant dans le développement combustion interne les caractéristiques du moteur*. Énergie renouvelable et durable Avis 79, 1392-1399. [9] Liang L et Siqin C 2011 *Amélioration de la performance de siège de soupape de moteur de Système de soupape électromagnétique*. Mécatronique 21, 1234-1238. [dix] TB Sitorus et al. 2016 TAE - Actes du 6e Conférence internationale sur les tendances Génie agricole. [11] Polyacko L et al. 2016 *Amélioration de la performance environnementale dans les moteurs à essence Formation de mélange externe*. Procedia Ingénierie 150, 1156 - 1161. [12] Niu R et al. 2016 *Effet de la proportion d'hydrogène sur le rendement de combustion pauvre d'un SI à double carburant moteur utilisant de l'hydrogène à injection directe*. Carburant 186, 792-799. [13] TB Sitorus et al 2018 IOP Conf. Ser Mater. Sci. Eng. 420 012025 [14] Ariani F et al. 2017 IOP Conf. Ser Mater. Sci. Eng. 277 012045. [15] TB Sitorus et al. 2017 Revue du génie et de sciences technologiques., Vol. 49, n ° 5, 657-670.

PAPER • OPEN ACCESS

Utilization of magnetic devices to improve the performance and reduce gas emissions of Otto engine

To cite this article: M Hazwi *et al* 2019 *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **505** 012051

View the [article online](#) for updates and enhancements.

Utilization of magnetic devices to improve the performance and reduce gas emissions of Otto engine

M Hazwi¹, T B Sitorus^{1,2}, J Arjuna¹ and P Sinaga¹

¹Mechanical Engineering, Universitas Sumatera Utara - Medan, Indonesia

²PUI Energi Berkelanjutan dan Biomaterial, USU - Medan, Indonesia

Email: tburhanudin@yahoo.com

Abstract. Utilization of magnetic instrument is one effort to improve the performance and reduce exhaust emission produced by Otto engine. The experiments are done by varying the engine speed and variation of magnetic instrument mounting distance to the inlet valve when entering the combustion chamber. A magnetic instrument is installed in the intake manifold, before heading into the combustion chamber. The experimental results show that it is found that there is an increase in thermal efficiency and decreasing of fuel consumption when the engine uses 2500 gauss magnetic instrument ranging from 5.99 to 22.02%. The emissions of exhaust gas produced also reduced for CO and HC levels about 6-20%.

1. Introduction

The general energy source in the world is fossil energy especially fuel oil. Currently, Indonesia is still very dependent on fossil energy. Fossil energy still supplies almost 95% of Indonesia's energy needs. About 50% of the fossil energy is petroleum, and the remainder is gas and coal. Fossil energy is non-renewable energy and will run out in the next few years. The National Energy Data of 2015-2050 states that Indonesia's fossil energy potential, including petroleum, natural gas, and coal can only last for ten years, 31 years and 80 years from now if no new fossil energy reserves are found [1, 2]. In addition to being exhausted, fossil energy also has a negative impact on the environment. Greenhouse gas emissions from burning fossil energy have an effect on global warming that causes climate change. The primary cause of this is the imperfection of combustion in the combustion chamber, in addition to the friction losses incurred between engine components. Incomplete combustion will have an effect that reduces the engine's working ability [3, 4, 5]. Besides, incomplete combustion results in increased fuel consumption and exhaust emissions.

A variety of efficiency improvements for combustion engines have been carried out regarding fuel intakes, such as electronic fuel injection technology, improved combustion such as the use of twin spark plug, the fuel valve regulation system with VVT-i and VTEC method, increased air intake with the addition of turbocharger or supercharger. One way to improve the performance of combustion engines developed today is the fuel magnetation system. The working principle is to magnetize the fuel oil that flows from the oil pump to the intake manifold by using a device containing a specific magnetic force [6]. So, before being burned in the combustion chamber, the fuel is already magnetized. Research conducted at the Kobe University Energy Laboratory using a direct injection



diesel type Yanmar NF-19SK showed a decrease in fuel consumption by 13-14% under normal load conditions when using a magnetizer [7].

2. Research Study

2.1. The magnetic effect in fuel oil

If the atoms are placed in a uniform magnet, the electrons that surround the nucleus become spun. This rotation causes the occurrence of a secondary magnetic field that is opposite to the direction of the given magnetic field. For engines that use fuel oil so when the fuel is still in the fuel tank, the hydrocarbon molecules that are the main constituents of fuel oil tend to attract each other and form clumped particles. This grouping will continue, causing the hydrocarbon molecules not to be separated or there is not enough time to separate each other when reacting with oxygen in the combustion chamber [8]. The unfortunate result is a pure burning imperfection with the presence of HC content in the flue gas.

The presence of a permanent magnetic field strong enough in the diamagnetic hydrocarbon molecule will cause rejection reactions between hydrocarbon molecules to form an optimal distance between hydrocarbon molecules. This will increase the interaction between hydrocarbon molecules with oxygen. The atomic particles that make up the hydrocarbon molecule will be affected by the magnetic field so that the direction will be more aligned or oriented in the course of the magnetic field [9]. The use of magnets is intended to save fuel consumption through magnetization process. The magnetization process is required to allow the fuel to bind oxygen more easily during combustion processes and to reduce unburned hydrocarbons fueled by the combustion process [10].

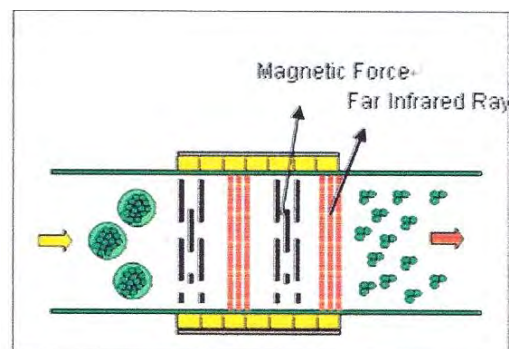


Figure 1. Magnetization effect for fuel [11]

This is due to the size of the molecular structure of the fuel will turn into smaller bonds due to magnetization. The smaller size of these molecules will directly affect the more natural burning process in the combustion chamber. In other words, the process of magnetization in fuel will make combustion more perfect [12].

As the fuel passes through the manifold, the magnetizing forces inside the magnet attached to the fuel line lead to the breaking of the carbon bond in the fuel into small parts of the ionic bond. The negative pole of the magnet will attract the positive ions while the negative ion will be tempted by the positive pole of the magnet so that positive ions and negative ions will flow regularly after passing through the magnetic field. This small and regular bond makes oxygen easy to react with fuel to the combustion process [13]. The effect of fuel will be more efficiently burned in the combustion chamber or the occurrence of complete combustion.

2.2. The parameter of performance

The main parameters of the internal combustion engine are the power, specific fuel consumption and thermal efficiency [14, 15]. The engine speed and torque greatly affect the power produced by the internal combustion engine. In general, there are two types of power, namely the shaft power and the

indicator power. The shaft power or the effective power is the power produced by the engine on the output shaft which calculated by the equation:

$$\dot{W} = \frac{2\pi \cdot N \cdot \tau}{60000} \quad \text{kW} \quad (1)$$

The parameter N is the engine speed (rpm), and τ is the torque (Nm).

The specific fuel consumption (SFC) is the amount of fuel used by the engine per unit of power for each hour of operation. It can be said that specific fuel consumption is an indication of engine efficiency to produce power from the fuel combustion. The SFC value can be determined from:

$$\text{Sfc} = \frac{\dot{m}_f}{\dot{W}} \cdot 3600000 \quad \text{g/kWh} \quad (2)$$

Where \dot{m}_f is fuel flow rate (kg/s).

The efficiency of thermal of the internal combustion engine is the ratio between the output energy and the fuel combustion energy as follows:

$$\eta_t = \frac{\dot{W}}{\dot{m}_f \cdot Q_{HV} \cdot \eta_c} \quad (3)$$

The parameter Q_{HV} is the calorific value (kJ/kg), and η_c is the efficiency of combustion which the value of 0,97.

3. Methodology

3.1. Materials

Testing is done by using pertalite fuel. The instrument equipment which added between the intake manifold and the combustion chamber is a 2500 gauss magnetic instrument. The main specification of the magnetic device is the Indonesian FT-15 production model, has a magnetic force of 2500 gauss with a polar distance of 0.75 cm and a dimension of 50 mm x 20 mm.

The measuring instrument used is the analyzer of emissions (accuracy $\pm 90-98\%$). The calorimeter bomb is used to know the fuel calorific value. The torque meter equipment is used to measure the torque of engine.



Figure 2. a) calorimeter

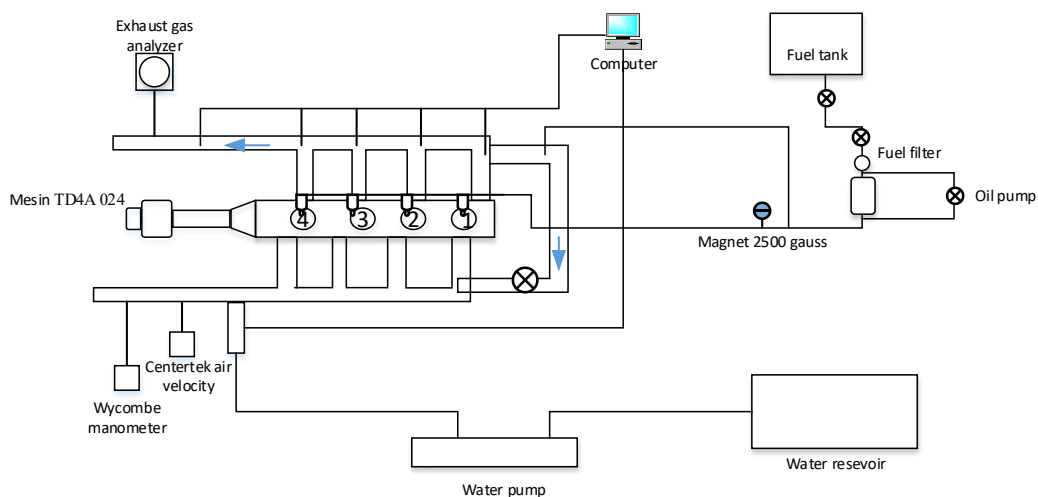
b) analyzer of emission

Table 1. The specification of Otto engine tested

Engine type	TecQuipment TD4A 024 / SOHC
Diameter x stroke	73 mm x 80,5 mm
Cylinder number	4
Capacity	1486 cc
Compression ratio	10 : 1
Maximum power	30 kW / 4,900 rpm
Torque power	80 Nm / 4500 rpm

3.2. Experimental scheme

The Otto engine calibrated is connected to measuring instruments and supporting instruments. The 2500 Gauss magnetic support instrument is placed between the intake manifold and the combustion chamber, which is varied within 10 cm, 20 cm and 30 cm from the combustion chamber. This is done to determine the effect of the installation of 2500 gauss magnetic field against the performance of the Otto engine. Gas analyzer gauge is placed on the exhaust pipe. Besides that, there are also variations of engine rotation consisting of 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm and 4000 rpm. The instrument of the measuring is connected to data acquisition with a computer system to record the changing conditions that occur, such as the composition of the exhaust emissions produced, the fuel flow rate, the engine produced torque and the required air flow rate to the combustion chamber. An experimental scheme of this research can be seen in Figure 3.

**Figure 3.** Experimental scheme

4. Results and Discussions

4.1. Engine performances

The maximum torque was obtained 51.31 Nm when engine using a magnetic instrument 2500 gauss with a distance of 30 cm at 4000 rpm. The minimum torque was obtained 32.12 Nm when testing without using magnetic instrument 2500 gauss at 2000 rpm. The average torque generated in these experiments ranges from 41.34 Nm. The torque generated when the engine uses a magnetic instrument

2500 gauss with a distance of 30 cm larger due to torque parameters influenced by combustion energy. The combustion energy produced is higher because the combustion process becomes better when using a magnetic instrument 2500 gauss. Figure 4 shows the engine torque during experiments.

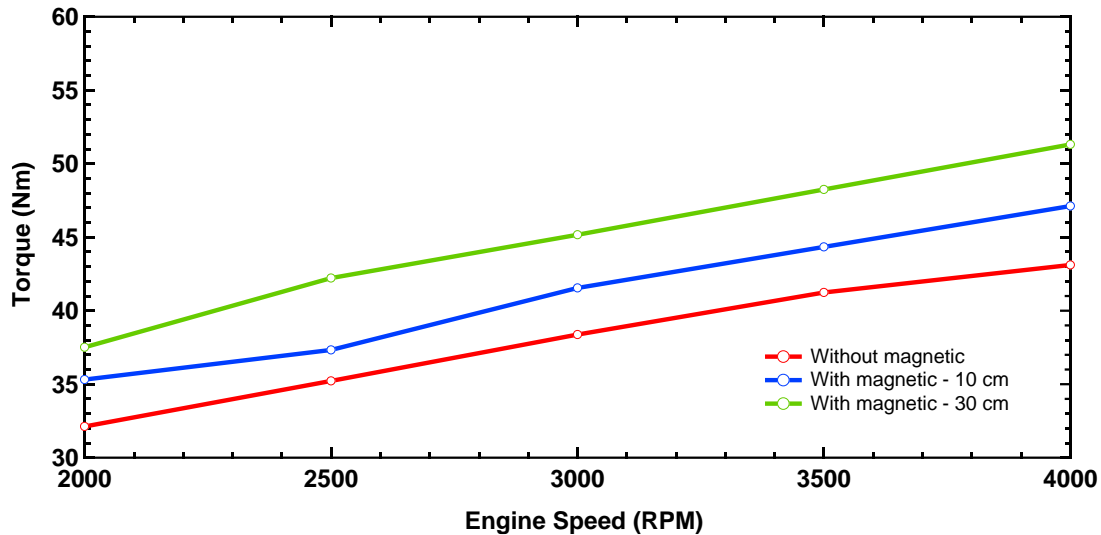


Figure 4. Engine torque during experiments

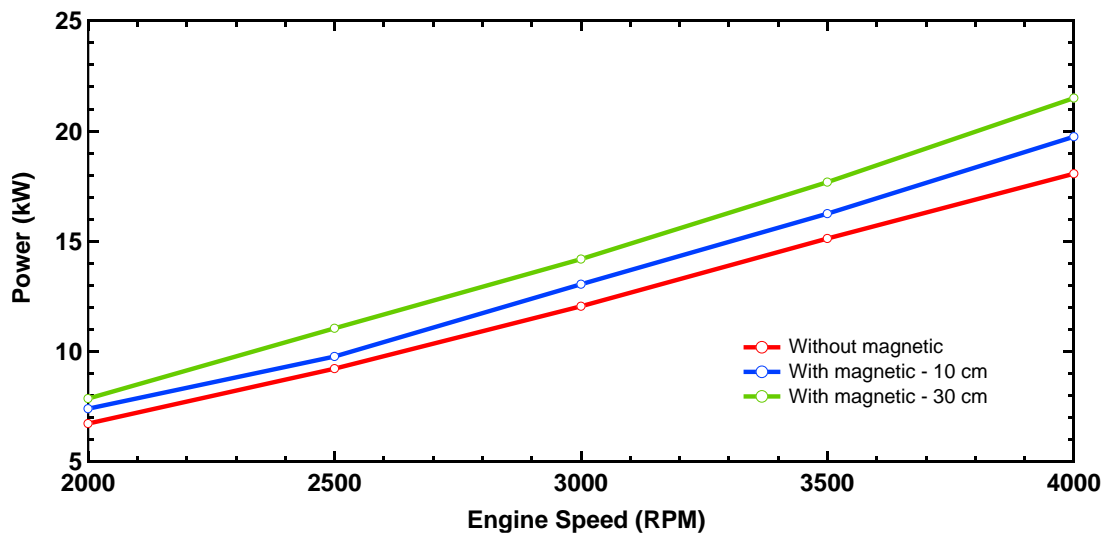


Figure 5. Engine power during experiments

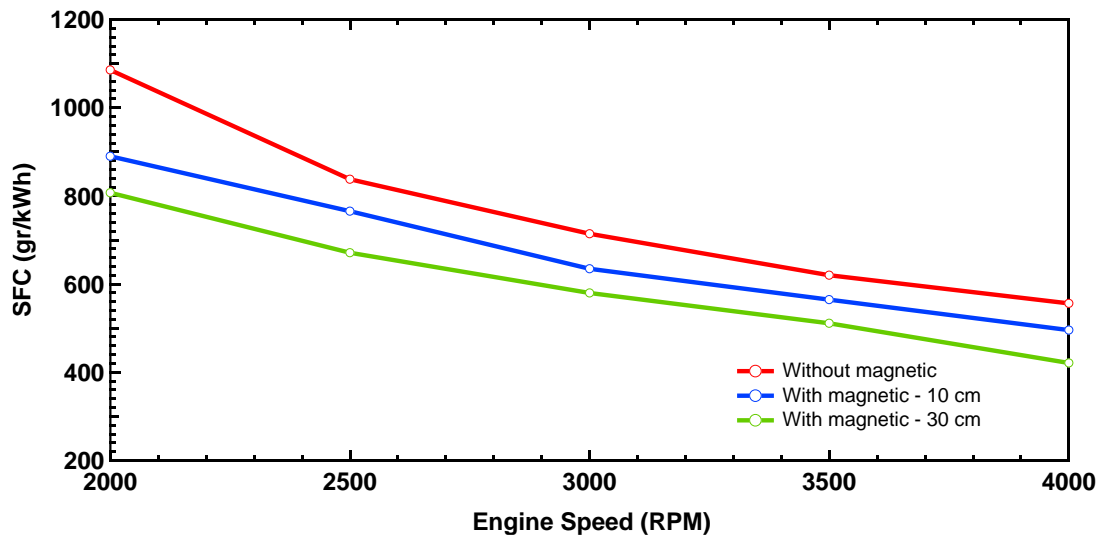


Figure 6. Specific fuel consumption during experiments

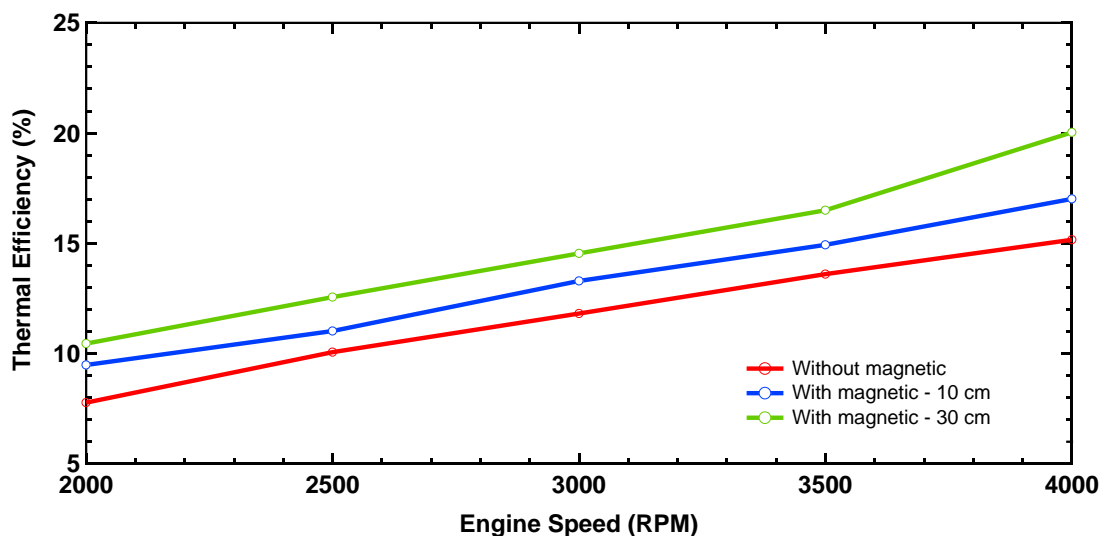


Figure 7. Thermal efficiency during experiments

Figure 5 shows the engine power generated during the experiments. Based on the experimental data obtained that the maximum power is 21.49 kW at engine speed 4000 rpm when using magnetic device 2500 gauss with a distance of 30 cm. The minimum power is obtained at 6.73 kW when engine without using a magnetic device 2500 gauss at the engine speed of 2000 rpm. Increased engine power when the engine using magnetic 2500 gauss ranged from 5.99 to 13.10%. The parameters that most affect the engine power generated is the torque. As it is known that when the torque gets more significant, then the power produced is more significant. Figure 6 shows the specific fuel consumption of otto engine produced during the experiments. The maximum SFC value is obtained 1085,58 gr / kWh when engine without using magnetic device 2500 gauss at 2000 rpm. The minimum SFC value is obtained 420.91 g/kWh at 4000 rpm when the engine uses 2500 gauss magnetic instrument with a distance of 30 cm. The average value of SFC resulting from the experiment was 676.81 g/kWh. The decrease of SFC when the engine uses 2500 gauss magnetic instrument ranges from 8.62 to 18.05%. The SFC when the engine uses 2500 gauss magnetic device decreased. One of them caused the resulting combustion process to be better when the engine using a magnetic device 2500 gauss. This

makes the required fuel less than when the engine is operated without using a 2500 gauss magnetic device for the same conditions. The thermal efficiency obtained during the testings is shown figure 7. Experimental results indicate that the maximum thermal efficiency of 20.03% when the engine using magnetic instrument 2500 gauss with distance 30 cm at 4000 rpm. The minimum thermal efficiency is 7.77% with engine speed at 2000 rpm when the engine without using 2500 gauss magnetic instrument. The average thermal efficiency value resulting from the experiments was 13.21%. The efficiency of thermal increase when the Otto engine using magnetic 2500 gauss is ranged from 9.44-22.02%. The thermal efficiency parameters of combustion engines influenced are the power, the fuel flowing rate to cylinder and the fuel calorific value.

4.2. Exhaust gas compositions

In this study is measured the levels of exhaust emissions produced by the engine with and without using a magnetic instrument 2500 gauss. Table 2 shows the exhaust emission levels produced by three conditions.

Table 2. Measurement data of exhaust gas

Condition	Engine speed (rpm)	Emission			
		CO ₂ (%)	CO (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)
Without magnetic	2000	2.82	3.30	171	23.87
	2500	3.11	3.38	173	23.93
	3000	3.50	3.42	178	24.02
	3500	3.82	3.61	189	24.06
	4000	4.10	4.36	192	24.09
With magnetic 10 cm	2000	2.93	2.67	168	21.34
	2500	3.23	2.72	169	22.21
	3000	3.65	2.70	167	23.05
	3500	3.95	2.80	169	21.43
	4000	4.25	2.95	171	21.47
With magnetic 30 cm	2000	2.95	2.69	165	23.34
	2500	3.32	2.83	170	22.21
	3000	3.72	2.74	169	23.05
	3500	3.97	2.86	165	22.43
	4000	4.31	2.93	170	22.49

The exhaust emissions studied in the exhaust gas by using the Sukyong SY-GA 401 emission meter. As it is known that emissions of carbon monoxide arise because at the time of burning process occurs lack of oxygen. The lack of oxygen supply causes incomplete combustion where the C atom lacks O₂ to CO₂. It shows that without using a 2500 gauss magnetic instrument, the Otto engine produces the most CO for each variation of engine speed. Emissions reduction in CO levels occurs when the engine uses a magnetic instrument 2500 gauss which ranges from 6-12% when compared without using a magnetic instrument 2500 gauss. As for the emission of HC, the exhaust gas is due to lack of oxygen so that the combustion process takes place imperfectly because many carbon atoms that do not get enough oxygen to form HC gas. From the measurement result of measuring instrument obtained minimum HC level when engine using magnetic device 2500 gauss with distance 30 cm. The maximum HC emission levels are achieved when the engine without using a magnetic instrument

2500 gauss for each variation of engine speed. The reduction of CO₂ emission ranges from 8-20% when the Otto engine uses a 2500 gauss magnetic instrument.

5. Conclusions

Testing of the performance of the Otto engine with a magnetic support instrument 2500 gauss using pertalite fuel has been carried out. The experimental data indicate that there is an increase in power, decreased specific fuel consumption and increased thermal efficiency ranging from 5.99 to 22.02% when the engine uses a magnetic instrument 2500 gauss. This is due to the magnetic properties of 2500 gauss that can improve the quality of the fuel so that the combustion process that occurs in the combustion chamber becomes better than without using a magnetic instrument. The exhaust emissions levels generated is a decrease in CO and HC ranging from 6-20% during use magnetic instrument 2500 gauss.

Acknowledgments

The authors say thank to Universitas Sumatera Utara through TALENTA research grant in 2018.

References

- [1] Sitorus T B et al. 2016 International Journal of Technology 5: 910-922, ISSN 2086-9614.
- [2] Sitorus T B et al. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 309 012089.
- [3] Yar A et al. 2018 *First principle based control-oriented model of a gasoline engine including multi-cylinder dynamics*. Control Engineering Practice 70, 63-76.
- [4] Arjuna J et al. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 309 012088
- [5] Irvan et al. 2017. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 206 012028
- [6] Yao C et al. 2017 *Experimental study of the effect of heavy aromatics on the characteristics of combustion and ultrafine particle in DISI engine*. Fuel 203, 290–297
- [7] T.U.H.S. Ginting Manik et al 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. **420** 012026
- [8] Hasanain A et al. 2017 *Survey of investing fuel magnetization in developing internal combustion engine characteristics*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 79, 1392-1399.
- [9] Liang L and Siqin C 2011 *Improvement of valve seating performance of engine's electromagnetic valvetrain*. Mechatronics 21, 1234-1238.
- [10] Sitorus T B et al. 2016 TAE - Proceedings of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering.
- [11] Polyacko L et al. 2016 *Environmental Performance Improvement in Gasoline Engines with External Mixture Formation*. Procedia Engineering 150, 1156 - 1161.
- [12] Niu R et al. 2016 *Effect of hydrogen proportion on lean burn performance of a dual fuel SI engine using hydrogen direct-injection*. Fuel 186, 792–799.
- [13] T.B. Sitorus et al 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. **420** 012025
- [14] Ariani F et al. 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. **277** 012045.
- [15] Sitorus T B et al. 2017 Journal of Engineering and Technological Sciences., Vol. 49, No. 5, 657-670.