



**PENGARUH VARIASI PENYETINGAN ELASTISITAS PEGAS DAN  
WIPER POTENSIOMETER PADA VANE AIRFLOW METER  
TERHADAP PRESTASI MESIN BMW M40**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Srata Satu (S-1)  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
MALANG  
2022**

## ABSTRAK

Sebuah mesin bensin pembakaran dalam dapat beroperasi secara efisien diperlukan penyetingan campuran bahan bakar terhadap udara yang presisi. Kuantitas bahan bakar dikontrol oleh durasi bukaan dari katup injektor. Besarnya udara yang masuk kedalam mesin tergantung pada bukaan katup pada *throttle body* yang terhubung pada pedal gas. Informasi utama dalam menentukan kuantitas bahan bakar yang masuk kedalam silinder adalah dengan mengukur kuantitas udara terlebih dahulu.

Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penyetingan *wiper* potensiometer dan elastisitas pegas pada *vane airflow meter* terhadap prestasi mesin BMW M40 meliputi torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik, serta mengetahui variasi manakah yang menghasilkan prestasi mesin terbaik. Variasi penyetingan adalah Sudut 0° Elastisitas 10 Nm, Sudut 0° Elastisitas 14 Nm, Sudut 30° Elastisitas 10 Nm, dan Sudut 30° Elastisitas 14 Nm dengan putaran mesin 3500 RPM. Hasil penelitian ini didapat nilai torsi tertinggi sebesar 11.810 Kg.m, daya tertinggi sebesar 42.4175 kW, dan konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0.3133 kg/kW.jam pada variasi Sudut 30° Elastisitas 14 Nm.

**Kata Kunci :** *Airflow Meter*, Motor Bakar, Motor Bensin, Prestasi Mesin, BMW M40

## ABSTRACT

*To operate a gasoline internal combustion engine efficiently, precise adjustment of the fuel to air mixture ratio is required. Fuel quantity is controlled by opening duration of the injector valves. Air drawn in by engine is regulated by the throttle valve connected to the gas pedal. the main information for determining the quantity of fuel that enters the cylinder is to measure the quantity of air first.*

*The main aim of this study was to determine the effect of wiper potentiometer and spring elasticity adjustment on the vane airflow meter to BMW M40 engine performance including torque, power and specific fuel consumption, and to find out which variation produces the best engine performance. The various settings are 0° Wiper Angle 10 Nm Spring Elasticity, 0° Wiper Angle 14 Nm Spring Elasticity, 30° Wiper Angle 10 Nm Spring Elasticity, and 30° Wiper Angle 14 Nm Spring Elasticity with engine speed is 3500 RPM. The results of this study obtained the highest mean torque value is 11,810 Kg.m, highest mean power is 42.4175 kW, and the lowest mean specific fuel consumption is 0.3133 kg/kW.hour at 30° Wiper Angle 14 Nm Spring Elasticity.*

**Keyword :** *Airflow Meter, Combustion Engine, Gasoline Engine, Engine Performance, BMW*



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era modern, kendaraan bermotor menjadi salah satu alat transportasi yang banyak digunakan oleh sebagian masyarakat besar. Bagi sebagian orang, kendaraan bermotor pribadi sudah dijadikan sebagai kebutuhan primer, dikarenakan kendaraan bermotor memiliki manfaat yang kompleks. Kendaraan bermotor atau kendaraan pribadi dengan mesin pembakaran internal menjadi solusi efektif untuk mendukung kebutuhan saat ini. Diantara berbagai macam kendaraan dengan mesin pembakaran internal, mobil adalah pilihan cermat bagi orang yang bepergian secara bersama-sama atau membawa banyak barang. Fenomena seperti ini mengakibatkan peningkatan emisi gas buang yang sangat signifikan. Sehingga tidak hanya kinerja, tetapi efisiensi mesin pembakaran internal menjadi fokus pengembangan yang benar-benar aktual dalam beberapa dekade terakhir.

Seperti yang diketahui bersama bahwa emisi adalah gas buang yang beracun. Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Udara sebagai sumber Daya alam yang mempengaruhi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya harus dijaga dan dipelihara kelestarian fungsinya untuk pemeliharaan kesehatan dan kesejahteraan manusia serta perlindungan makhluk hidup lainnya<sup>[1]</sup>.

Tindakan penting untuk mengurangi emisi mesin adalah dengan membakar bahan bakar dalam jumlah yang paling sedikit dengan cara yang paling sempurna. Untuk mencapai tujuan gabungan ini, siklus pembakaran yang dikendalikan sepenuhnya harus diwujudkan dengan bantuan teknik kontrol elektronik terbaru. Senyawa Hidro karbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro

karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker<sup>[2]</sup>.

Pada motor pembakaran dalam, terdapat dua jenis sistem bahan bakar bensin yaitu karburator dan injeksi (*Fuel Injection*, atau disingkat FI). Sistem bahan bakar injeksi terdiri dari seperangkat elektronik dan sensor yang kompleks. Dalam sistem karburator bahan bakar diambil dari tangki, sedangkan dalam sistem injeksi terdapat pompa bahan bakar bertekanan yang dipasang di dalam tangki untuk mensuplai injektor. Nosel injeksi bahan bakar juga langsung masuk ke dalam ruang bakar. Bahan bakar bertekanan sangat baik untuk diatomisasi sebagai kabut homogen. Dalam sistem bahan bakar injeksi hal ini memungkinkan pembakaran yang sangat efisien dan bersih.

Pasokan bahan bakar dalam sistem injeksi dikendalikan melalui komponen elektronik yang disebut *Electronic Control Unit* (ECU), yang secara kontinyu membuat perhitungan kompleks pada frekuensi yang sangat tinggi untuk menghasilkan campuran udara dan bahan bakar terbaik. Berdasarkan berbagai macam parameter seperti kecepatan mesin, jumlah aliran udara, posisi *throttle*, suhu mesin, beban kerja mesin, dan lain-lain. ECU menginstruksikan injektor untuk menyemprotkan jumlah yang tepat bahan bakar pada setiap langkah hisap untuk menghasilkan pembakaran yang paling efisien<sup>[3]</sup>.

Dalam kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi terdapat salah satu bagian penting untuk mengukur laju aliran udara. Pada teknologi injeksi Bosch L-Jetronic, alat yang digunakan untuk mengukur aliran udara adalah *Airflow Meter* (AFM). AFM terletak di antara filter udara dan katup *throttle* yang terhubung dengan pipa elastis. Pada unit AFM terdapat *flap* yang berfungsi sebagai pengukur udara yang akan masuk ke dalam mesin, dengan poros yang terhubung pada lengan *wiper*.

Saat udara mengalir melalui AFM, udara menggerakkan *flap* yang terdapat pegas pada bagian atas. Semakin besar aliran udara, semakin lebar

*flap* terbuka. Flap terhubung ke lengan *wiper* yang menyeka trek potensiometer dan dengan demikian memvariasikan resistensi trek. Hal ini memungkinkan sinyal tegangan variabel dikembalikan ke ECU. Sinyal tegangan bervariasi sebanding dengan volume udara yang mengalir melalui *flap*.

Seiring berjalannya waktu penggunaan kendaraan, resistensi voltase keluaran akan berubah dari standar pabrik yang disebabkan oleh keausan trek potensiometer, elastisitas pegas *wiper* yang menurun, atau keausan pada poros *flap*. Trek potensiometer yang terbuat dari bahan karbon dengan Daya konduktivitas listrik tinggi dapat meninggalkan goresan dimana akan berpengaruh pada voltase yang dikirim ke ECU. Sudut *wiper* potensiometer juga tidak lepas dari permasalahan dimana sudut akan sedikit demi sedikit bergeser karena hantakan tiba-tiba dari mesin pada saat berakselerasi atau deselerasi, dan hal tersebut akan terakumulasi menjadi suatu masalah yang menyebabkan perubahan performa mesin, seperti: konsumsi bahan bakar yang tidak efisien serta emisi gas buang yang lebih tinggi dari spesifikasi pabrikan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka pokok permasalahan yang dihadapi adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi elastisitas pegas potensiometer terhadap prestasi mesin?
2. Bagaimana pengaruh variasi sudut jarum *wiper* potensiometer terhadap prestasi mesin?
3. Variasi manakah yang menghasilkan keluaran nilai torsi dan daya tertinggi?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan yang dilakukan dalam penelitian lebih terarah, peneliti membatasi masalah yang dibahas dalam penelitian ini mencakup aspek-aspek sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan pada satu jenis mesin yaitu mesin bensin 4 langkah 4 silinder segaris berkapasitas 1.800 cc merk BMW M40.

2. Mesin BMW M40 yang digunakan ditetapkan dalam kondisi standar pabrik dan tidak terdapat masalah.
3. *Air flow meter* yang digunakan adalah produksi Bosch dengan kode 16216 1216 4/1 tahun pembuatan 1990.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perubahan performa mesin BMW M40 apabila memodifikasi pegas *air flow meter* dan sudut *wiper* potensiometer.
2. Mengetahui konsumsi bahan bakar terhadap perubahan sudut *wiper* potensiometer dan pegas *air flow*.
3. Mengetahui variasi manakah yang memberikan keluaran nilai torsi dan konsumsi bahan bakar terbaik.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi pembacanya. Manfaat dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Diperoleh performa mesin BMW M40 yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan kondisi penggunaannya.
2. Mengetahui parameter-parameter yang berkaitan dengan prestasi mesin BMW M40 dan dapat dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.
3. Sebagai bahan acuan pada bidang jasa *maintenance* dan *service* kendaraan roda empat pada umumnya, khususnya pada mesin BMW M40.

#### 1.6 Sistematika Penelitian

Laporan penelitian ini disusun menjadi lima bab, adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

##### **BAB I: PENDAHULUAN**

Berisikan tentang latar belakang masalah yang diambil, tujuan, Batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

##### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan tentang teori – teori yang berhubungan dengan perihal yang akan diangkat pada laporan ini.

##### **BAB III: METODE PENELITIAN**

Berisikan tentang alat dan bahan, serta prosedur yang digunakan dalam penulisan laporan ini.

#### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisikan tentang hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan.

#### **BAB V: PENUTUP**

Berisikan simpulan dari data yang diperoleh dan pembahasan, serta saran yang dapat diberikan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN – LAMPIRAN**





## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa merubah sudut *wiper* potensiometer berpengaruh terhadap nilai prestasi mesin, dimana semakin lebar sudut *wiper* maka akan menurunkan nilai voltase keluaran air flow meter yang secara bersamaan mengurangi kuantitas bahan bakar.
2. Merubah elastisitas pegas berpengaruh terhadap kemampuan flap menahan laju udara. Jika sudut *wiper* tetap, menaikkan kekakuan sama halnya dengan mengurangi kuantitas bahan bakar namun tidak lebih signifikan dibanding merubah sudut *wiper* potensiometer.
3. Variasi Sudut 30° Elastisitas 14 Nm menghasilkan prestasi mesin terbaik dengan nilai Torsi rata-rata 11.8105 Kg.m, nilai Daya rata-rata 42.4175 kW, dan nilai Konsumsi Bahan Bakar Spesifik rata-rata 0.3133 kg/kW.jam.

### 5.2 Saran

1. Dalam penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi yang sama untuk menguji ketahanan atau durabilitas mesin BMW M40.
2. Dengan variasi yang sama diharapkan penelian selanjutnya dapat mengkaji perubahan durasi injector dan derajat pengapian.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengkaji volume udara yang masuk kedalam *Airflow Meter* dan menganalisa hubungan terhadap sudut dan elastisitas pegas *Airflow Meter*.
4. Penambahan variasi yang dapat melengkapi dalam menentukan prestasi mesin BMW M40.
5. Pengujian prestasi mesin dapat dilakukan secara nyata di jalan raya dengan berbagai kondisi *traffic* sesungguhnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- PP, "Pengendalian Pencemaran Udara," *Peratur. Pemerintah no. 41 tentang Pengendali. Pencemaran Udara*, no. 1, pp. 1–5, 1999.
- S. Siswanto, Lagiyo, "Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif," *Tek. Mesin*, pp. 75–84, 2016.
- S. V. R. Doma, "Carburetor V/S Fuel Injection," 2020. <https://www.linkedin.com/pulse/carburetor-vs-fuel-injection-sai-varun-reddy-doma> (accessed Feb. 22, 2022).
- R. Bosch, "Gasoline Fuel-Injection System K-Jetronic: Bosch Technical Instruction," *Gasol. Fuel-Injection Syst.*, vol. 4, p. 39, 2000.
- N. F. Benninger and G. Plapp, "Requirements and performance of engine management systems under transient conditions," 1991, doi: 10.4271/910083.
- A. Nugroho and N. Khafid, "Pengaruh Variasi Ukuran Main Jet Karburator Dan Variasi Putaran Mesin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125," *Tek. Mesin UNISFAT*, 2012.
- A. R. Dhani and F. Majedi, "Performa dan Emisi Mesin Empat Langkah Berbahan Bakar Campuran Bioethanol dan Pertalite Dengan Variasi Timing Ignition," *JTT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 5, no. 1, p. 7, May 2019, doi: 10.31884/jtt.v5i1.162.
- M. T. Husodo, "Analisa Pengaruh Perubahan Pilot Jet Dan Main Jet Terhadap Performa Sepeda Motor Honda New Supra Fit 100 CC," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2017.
- M. Hazwi and P. H. et Al, "Studi Analisa Performansi Mesin - Sistem Pembakaran EFI Dan Karburator Pada Mesin Bensin," *J. Din.*, vol. 4, 2016.
- W. D. Raharjo and Karnowo, *Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2008.
- N. Soenarta and S. Furuham, *Motor Serba Guna*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1995.
- W. Arismunandar, *Penggerak Mula Motor Bakar*, 5th ed. Bandung: ITB PRESS, 2002.
- I. N. G. Wardana, *Bahan Bakar & Teknologi Pembakaran*. Malang: PT. Danar Wijaya-Brawijaya University Press, 2008.
- T. Soetiari, *Bahan Bakar dan Prses-Proses Kimia Pembakaran*. Malang: Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 1990.
- H. Cengkareng, "Tabel Bahan Bakar Ideal Motor Honda Sesuai Rasio Kompresi Mesin," 2016. <https://www.hondacengkareng.com/faq/tabel-bahan-bakar-ideal-motor-honda-sesuai-rasio-kompresi-mesin/> (accessed Apr. 17, 2022).

- J. Jama and Wagiono, *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- Sularso and K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1994.
- Spring Manufacturers Institute, *Handbook of Spring Design*. Oak Brook, USA: Spring Manufacturers Institute, 2002.
- S. Edition, “the Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms,” *IEEE Std 100-2000*, pp. 1–1362, 2000.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2006.
- M. F. Quadratullah, *Statistika Terapan : Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS*, 1st ed. Yogyakarta: Andi, 2014.
- Biodex, “System 4 Pro™ Frequently Asked Questions,” 2022. <https://www.biodex.com/support/faq/physical-medicine/product/167> (accessed Jul. 18, 2022).
- R. Li, “How to Go Fast Faster: the Math Behind Turbocharging. Part 3b: Brake Specific Fuel Consumption (BSFC),” 2009. <https://takemebeyondthehorizon.wordpress.com/2009/09/28/how-to-go-fast-faster-the-math-behind-turbocharging-part-3b-brake-specific-fuel-consumption-bsfc/> (accessed Jul. 18, 2022).
- O. Solomon, “Engine Running Lean vs Rich: Causes, Symptoms and Fixes,” 2022. <https://rxmechanic.com/lean-vs-rich/#:~:text=Rich Fuel Mixture Effects&text=It will lead to effects,occurring in the combustion chamber.> (accessed Jul. 20, 2022).
- Crypton.co.za, “Rich Mixture,” 2012. [https://www.crypton.co.za/Tto-know/Emissions/rich\\_mixture.html](https://www.crypton.co.za/Tto-know/Emissions/rich_mixture.html) (accessed Jul. 20, 2022).
- U. T. Institute, “ADVANCING VS. RETARDING IGNITION TIMING: EVERYTHING YOU NEED TO KNOW,” 2021. <https://www.uti.edu/blog/automotive/ignition-timing#:~:text=the major benefit to advancing,and run at peak power.> (accessed Jul. 20, 2022).