

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

Ibrahim Maula Allatif¹, Unung Lesmanah², Mochammad Basjir³

¹Jurusan Teknik Mesin, ²Teknik Mesin, ³Universitas Islam Malang
Malang Jalan MT. Haryono 193 Malang 65145

email: ibra.javarasta@gmail.com, ununglesmanah@unisma.ac.id, m.basjir@unisma.ac.id

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 yang memperoleh informasi kuantitas udara melalui sensor aliran udara atau *airflow meter*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyetingan wiper potensiometer dan elastisitas pegas pada *vane airflow meter* terhadap prestasi mesin BMW M40 yang mencakup 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. 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 an internal combustion gasoline engine efficiently requires precise adjustment of the fuel-to-air mixture. The quantity of fuel is controlled by the duration of the opening of the injector valve which obtains information on the quantity of air through an airflow meter. 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. The results of this study obtained the highest mean torque value of 11,810 Kg.m, highest mean power of 42.4175 kW, and the lowest mean specific fuel consumption of 0.3133 kg/kW.hour at 30° Wiper Angle 14 Nm Spring Elasticity.

Keyword : Airflow Meter, Combustion Engine, Gasoline Engine, Engine Performance, BMW M40

I. PENDAHULUAN

Di era modern, kendaraan bermotor menjadi salah satu alat transportasi yang

banyak digunakan oleh sebagian masyarakat besar. Kendaraan bermotor dengan mesin pembakaran dalam menjadi solusi efektif

untuk mendukung kebutuhan saat ini. 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[1].

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. Pasokan bahan bakar dalam sistem injeksi dikendalikan melalui *Electronic Control Unit* (ECU), yang secara kontinyu membuat perhitungan kompleks pada frekuensi yang sangat tinggi untuk menghasilkan campuran udara dan bahan bakar terbaik[2]. Berdasarkan berbagai macam parameter, ECU menginstruksikan injektor untuk menyemprotkan jumlah bahan bakar yang tepat pada setiap langkah hisap untuk menghasilkan pembakaran yang paling efisien[3].

Dalam kendaraan dengan sistem 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 Air Flow Meter (AFM). AFM terletak di antara filter udara dan katup *throttle*. Pada unit AFM terdapat *flap* yang berfungsi sebagai pengukur udara yang akan masuk ke dalam mesin, dengan poros yang terhubung pada lengan wiper[3].

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[4]. Sinyal tegangan bervariasi sebanding dengan volume udara yang mengalir melalui *flap*.

Seiring berjalannya waktu penggunaan kendaraan, resistensi voltase keluaran

AFM 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 hentakan 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.

II. METODE PENGKAJIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental design*), yang secara langsung diuji pada objek yang dituju yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab akibat antara kelompok yang diberi perlakuan dan tidak diberi perlakuan. Penelitian dilaksanakan di laboratorium performa mesin untuk mengetahui pengaruh perubahan elastisitas pegas dan wiper potensiometer pada airflow meter terhadap unjuk kerja mesin BMW M40.

Langkah-langkah penelitian:

1. Studi Literatur

Teori dan data yang mendukung penelitian dihimpun terlebih dahulu yang berasal dari karya ilmiah, buku, atau sumber lain yang kredibel sebagai referensi.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipersiapkan diantaranya mobil BMW 318i bermesin M40, *airflow meter*, dynamometer dengan pengukur aliran bahan bakar serta alat perkakas pendukung lainnya.

3. Proses Pengujian dan Pengambilan Data

Memvariasikan sudut dan elastisitas pegas pada *airflow meter* yang selanjutnya menguji performa mesin BMW M40 diatas alat dynamometer

pada setiap variasi penyetingan dan mencatat output performa dari alat dynamometer.

4. Pengolahan Data

Data output performa dari alat dynamometer akan diolah menjadi data yang utuh.

5. Kesimpulan

Tahap akhir setelah data diketahui dan diolah adalah penarikan kesimpulan dari semua pengerjaan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan airflow meter merk Bosch dengan kode 16216 1216 4/1 yang terdapat pada BMW E36 318i tahun 1991. Pengujian dilakukan untuk mencari nilai performa mesin meliputi torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik menggunakan alat dynamometer pada putaran mesin 3500 RPM. Variasi penyetingan sudut wiper dan elastisitas pegas adalah Sudut 0° elastisitas 10 Nm, Sudut 0° elastisitas 14 Nm, Sudut 30° elastisitas 10 Nm, dan Sudut 30° elastisitas 14 Nm dimana setiap variasi dilakukan dua kali pengambilan data.

Berikut adalah tampak dalam airflow meter:



Gambar 1. Tampak dalam airflow meter (Sumber: dokumen pribadi)

Keterangan:

1. Pegas spiral airflow meter
2. Roda gerigi pengunci pegas
3. Wiper potensiometer
4. Baut pengunci sudut wiper

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa variasi Sudut 0° Elastisitas 10 Nm mempunyai campuran bahan bakar yang sangat kaya (*rich*) dibanding variasi standar, hal ini menimbulkan penurunan performa dan pemborosan bahan bakar[5], sedangkan variasi Sudut 30° elastisitas 14 Nm merupakan campuran miskin (*lean*).

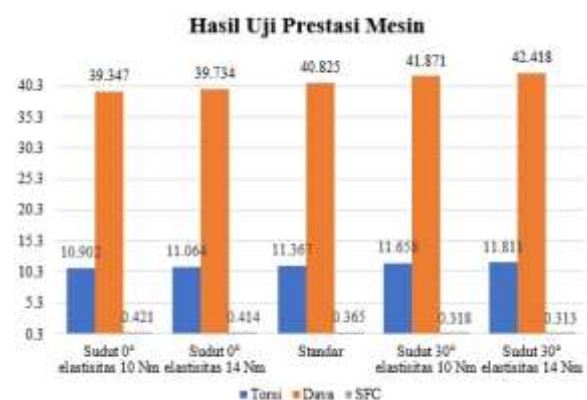
Hasil dari uji performa mesin BMW M40 dengan variasi penyetingan airflow meter:

Tabel 1. Data Hasil Uji Performa BMW M40

Variasi	Uji ke	Torsi (Kg.m)	Daya (kW)	SFC (kg/kW-jam)
Sudut 0° elastisitas 10 Nm	I	10.916	39.206	0.4220
	II	10.888	39.104	0.4208
Sudut 0° elastisitas 14 Nm	I	11.063	39.731	0.4153
	II	11.064	39.736	0.4129
Standar	I	11.406	40.964	0.3648
	II	11.328	40.686	0.3648
Sudut 30° elastisitas 10 Nm	I	11.686	41.972	0.3179
	II	11.630	41.770	0.3179
Sudut 30° elastisitas 14 Nm	I	11.814	42.431	0.3142
	II	11.807	42.404	0.3124

Sumber: Data Hasil Pengujian

Berikut adalah grafik hasil uji prestasi mesin BMW M40:



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Prestasi Mesin

(Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan grafik diatas, hasil uji prestasi mesin BMW M40 dengan variasi

penyetingan sudut wiper dan elastisitas pegas didapat nilai torsi tertinggi rata-rata pada variasi Sudut 30° elastisitas 14 Nm sebesar 11.811 Kg.m dan terendah pada variasi Sudut 0° elastisitas 10 Nm sebesar 10.902 Kg.m. Nilai daya tertinggi rata-rata pada variasi Sudut 30° elastisitas 14 Nm sebesar 42.418 kW dan terendah pada variasi Sudut 0° elastisitas 10 Nm sebesar 39.347 kW. Sedangkan nilai rata-rata konsumsi bahan bakar spesifik terendah didapat pada variasi variasi Sudut 30° elastisitas 14 Nm sebesar 0.313 kg/kW.jam dan tertinggi pada variasi Sudut 0° elastisitas 10 Nm sebesar 0.421 kg/kW.jam.

Dalam pengolahan data juga digunakan pengujian statistik menggunakan regresi linear berganda yang menguji pengaruh variabel sudut wiper dan elastisitas pegas terhadap prestasi mesin yaitu torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik.

Koefisien regresi variabel sudut (X1) dan elastisitas (Y) terhadap nilai torsi adalah $Y = 10.512 + 0.0251 X_1 + 0.0393 X_2$, variabel sudut dan elastisitas terhadap nilai daya adalah $Y = 37.757 + 0.090 X_1 + 0.141 X_2$, sedangkan variabel sudut dan elastisitas terhadap SFC adalah $Y = 0.4365 + -0.0034 X_1 + -0.0016 X_2$.

Tabel 2. Hasil Uji t variabel X1 dan X2 terhadap torsi

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	10.512	.044		239.633	.000
Sudut	.025	.000	.978	52.804	.000
Elastisitas	.039	.004	.204	11.031	.000

a. Dependent Variable: Torsi

Sumber: Hasil Uji SPSS

Interpretasi tabel diatas menunjukkan bahwa variabel X1 memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai torsi karena $t_{hitung} > t_{tabel} = 52.804 > 2.919$, sedangkan variabel X2 menghasilkan $t_{hitung} > t_{tabel} = 11.031 > 2.919$ sehingga variabel X2 berpengaruh terhadap nilai torsi.

Tabel 3. Hasil uji t variabel X1 dan X2 terhadap daya

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	37.757	.158		237.885	.000
Sudut	.090	.002	.978	52.456	.000
Elastisitas	.141	.013	.204	10.928	.000

a. Dependent Variable: Daya

Sumber: Hasil Uji SPSS

Tabel diatas menunjukkan nilai signifikansi variabel X1 terhadap nilai daya sebesar $52.456 > 2.919$ yang berarti variabel X1 berpengaruh terhadap nilai daya, sedangkan variabel X2 memiliki pengaruh sebesar $10.928 > 2.919$ yang berarti variabel X2 berpengaruh terhadap nilai daya.

Tabel 4. Hasil uji t variabel X1 dan X2 terhadap SFC

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	.436	.003		150.102	.000
Sudut	-.003	.000	-.998	-108.492	.000
Elastisitas	-.001	.000	-.058	-8.319	.001

a. Dependent Variable: SFC

Sumber: Hasil Uji SPSS

Tabel uji t diatas menunjukkan pengaruh variabel X1 terhadap nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar $-108.492 > -2.919$ yang berarti variabel X1 berpengaruh terhadap nilai SFC, sedangkan variabel X2 memiliki nilai $t_{hitung} = -6.319 > -2.919$ yang berarti variabel X2 memberikan pengaruh terhadap nilai SFC mesin BMW M40.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

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 *airflow meter* yang secara bersamaan mengurangi kuantitas bahan bakar. 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. 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.

Saran

1. Dalam penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi yang sama untuk menguji ketahanan mesin BMW M40.
2. Dengan variasi yang sama diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengkaji perubahan durasi injector dan derajat pengapian.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengkaji volume udara yang masuk kedalam Air Flow Meter dan menganalisa hubungan terhadap sudut dan elastisitas pegas Air Flow 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

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Siswantoro, Lagiyono, "Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif," *Tek. Mesin*, pp. 75–84, 2016.
- [2] N. F. Benninger and G. Plapp, "Requirements and performance of engine management systems under transient conditions," 1991, doi: 10.4271/910083.
- [3] R. Bosch, "Gasoline Fuel-Injection System K-Jetronic: Bosch Technical Instruction," *Gasol. Fuel-Injection Syst.*, vol. 4, p. 39, 2000.
- [4] M. Hazwi and P. H. et Al, "Studi Analisa Performansi Mesin - Sistem Pembakaran EFI Dan Karburator Pada Mesin Bensin," *J. Din.*, vol. 4, 2016.
- [5] 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).
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] W. D. Raharjo and Karnowo, *Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2008.
- [10] N. Soenarta and S. Furuhamu, *Motor Serba Guna*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1995.
- [11] W. Arismunandar, *Penggerak Mula Motor Bakar*, 5th ed. Bandung: ITB PRESS, 2002.
- [12] I. N. G. Wardana, *Bahan Bakar & Teknologi Pembakaran*. Malang: PT. Danar Wijaya-Brawijaya University Press, 2008.
- [13] T. Soetiari, *Bahan Bakar dan Proses Kimia Pembakaran*. Malang: Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 1990.
- [14] J. Jama and Wagiono, *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [15] Sularso and K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1994.