

# Pengaruh Pemajuan saat Penginjeksian terhadap Ketebalan Asap Mesin Diesel

Ilham Sentosa-1<sup>a</sup>, St. Khaeratul Mukarramah-2<sup>b</sup>, Ahmad Ashari R-3<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup>Prodi Mesin Otomotif Politeknik Dewantara,  
Jalan K.H. Ahmad Razak 2 No. 7, Kota Palopo, Indonesia

\*Email : [ilhamsentosa@polidewa.ac.id](mailto:ilhamsentosa@polidewa.ac.id)

---

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemajuan saat penginjeksian terhadap ketebalan asap mesin diesel. Penelitian ini tergolong penelitian eksperimen dengan menggunakan Penelitian Pre-Experimental Design dengan model one-shot case study desain. Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan, bertempat di Laboratorium Politeknik Dewantara. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pemajuan saat penginjeksian pada mesin diesel sedangkan variabel terikatnya adalah ketebalan asap dan variabel kontrolnya adalah tekanan injeksi, suhu, dan putaran mesin. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian, dengan memvariasikan penyemrotan bahan bakar yaitu dengan pemajuan saat penginjeksian 11°, 15° dan, 20° sebelum titik mati atas. dan diuji pada putaran sesuai dengan putaran pada alat yaitu, 1.500 RPM, 2.000 RPM, dan 2.500 RPM. Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan output dari IBM SPSS statistic 20 bahwa pemajuan saat penginjeksian terhadap ketebalan asap mesin diesel memiliki pengaruh yang signifikan, karena nilai signifikansi  $\leq 0,05$  yaitu 0,005.

**Kata Kunci:** *Ketebalan Asap, Pemajuan, Penginjeksian*

---

## 1. Latar Belakang

Indonesia memiliki perkembangan yang cukup pesat dalam industri otomotif. Hal ini tidak hanya menjadi klaim semata, tetapi juga didukung oleh hasil penelitian yang menunjukkan kemajuan signifikan dalam produksi dan ekspor kendaraan, khususnya kendaraan roda empat [1]. Dengan pertumbuhan ekonomi yang stabil serta potensi pasar yang besar, Indonesia dipandang sebagai jantung pasar otomotif ASEAN dan berpotensi menjadi basis produksi kendaraan terbesar di Asia Tenggara.

Teknologi transportasi memegang peranan penting dalam mempermudah mobilitas manusia dan terus berkembang

dalam hal efektivitas dan efisiensi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai lebih dari 133 juta unit pada tahun 2019 [2]. Pertumbuhan jumlah kendaraan ini selain berdampak positif juga menimbulkan masalah lingkungan, seperti kemacetan dan peningkatan polusi udara [3]. Kualitas udara yang menurun di daerah perkotaan berkontribusi terhadap berbagai permasalahan kesehatan dan lingkungan, seperti peningkatan penyakit pernapasan, penipisan ozon, hingga hujan asam [4].

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup, sekitar 60% polusi udara di Indonesia disebabkan oleh sektor transportasi. Mesin diesel diketahui sebagai salah satu kontributor utama emisi, karena menghasilkan asap hitam akibat

pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran pada motor diesel sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan dan asap hitam yang dihasilkan motor diesel merupakan efek dari pembakaran yang tidak sempurna [3].

Sebagian besar pengguna mesin diesel di Indonesia masih menggunakan solar karena harganya yang lebih murah, padahal kualitas solar tergolong rendah dan memiliki angka cetane yang tidak ideal untuk pembakaran optimal. Ketebalan asap gas buang pada mesin diesel, atau yang dikenal dengan opasitas, menjadi indikator penting dalam mengukur kualitas pembakaran. Astra World juga menekankan pentingnya penggunaan bahan bakar berkualitas dengan angka cetane 48, 51, atau 53 untuk mesin diesel common-rail agar performa mesin optimal dan emisi minimal.

Salah satu faktor teknis yang berpengaruh terhadap ketebalan asap gas buang adalah saat penginjeksian bahan bakar. Pemajuan waktu penginjeksian akan mempercepat titik nyala bahan bakar dan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna, sehingga menurunkan ketebalan asap yang dihasilkan [4]. Saat penginjeksian yang lebih awal mempercepat proses pembakaran, meningkatkan suhu udara dalam ruang bakar, dan menurunkan emisi gas buang.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji pengaruh pemajuan saat penginjeksian terhadap ketebalan asap pada mesin diesel, sebagai upaya untuk menciptakan emisi yang lebih ramah lingkungan tanpa bergantung pada bahan bakar berkualitas tinggi yang mahal. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemajuan saat

penginjeksian terhadap ketebalan asap mesin diesel.

## 2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan pre-eksperimental dengan desain one-shot case study ( $X O_1$ ), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemajuan saat penginjeksian terhadap ketebalan asap (opasitas) pada mesin diesel. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah derajat pemajuan penginjeksian bahan bakar, sementara variabel terikatnya adalah tingkat opasitas gas buang, dan variabel kontrol meliputi tekanan injeksi, suhu, dan putaran mesin. Penelitian dilaksanakan selama dua bulan di Laboratorium Politeknik Dewantara Palopo. Uji coba dilakukan dengan menggunakan mesin diesel Isuzu Panther 2300cc, smoke meter Heshbon, dan timing light untuk mengatur derajat injeksi. Bahan bakar yang digunakan adalah solar.

Langkah-langkah penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, penyetelan derajat penginjeksian ( $11^\circ$ ,  $15^\circ$ , dan  $20^\circ$  sebelum titik mati atas), serta pengukuran opasitas pada tiga variasi putaran mesin: 1.500 RPM, 2.000 RPM, dan 2.500 RPM. Data dikumpulkan melalui dokumentasi dan pengisian tabel hasil pengukuran.

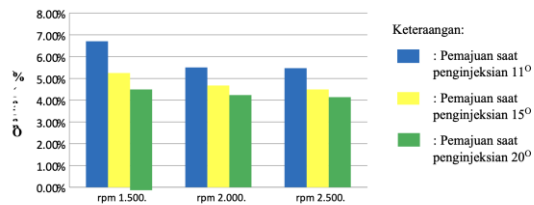
Analisis data dilakukan dengan dua pendekatan: (1) analisis statistik deskriptif untuk menyajikan gambaran tingkat opasitas, dan (2) analisis inferensial menggunakan MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) melalui perangkat lunak IBM SPSS Statistics 20 untuk menguji signifikansi pengaruh variasi waktu penyemprotan terhadap opasitas gas buang. Kriteria signifikansi ditetapkan pada taraf  $\alpha = 0,05$ .

bahan bakar solar dengan pemajuan saat penginjeksian pengambilan data di lakukan di setiap 1.500. rpm, 2.000. rpm dan 2.500.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Untuk melihat nilai emisi gas buang yang diperoleh dari hasil penelitian pada

rpm putaran sesuai dengan rpm pada alat adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Grafik Opasitas Emisi Gas sumber: hasil pengujian smoke meter 2025

Berdasarkan gambar 1 di atas, didapatkan hasil penelitian opasitas emisi gas buang bahan bakar solar opasitas yang dihasilkan pada pemajuan saat penginjeksian 11° pada putaran 1.500. rpm yaitu 6,71%, pada putaran 2.000. rpm yaitu 5,39%, pada putaran 2.500. rpm yaitu 5,36%. Opasitas yang dihasilkan pada pemajuan saat penginjeksian 15° pada putaran 1.500. rpm yaitu 5,33%, pada putaran 2.000. yaitu 4,76%, pada putaran 2.500. rpm yaitu 4,60%. Opasitas yang dihasilkan pada pemajuan saat penginjeksian 20° pada putaran 1.500. rpm yaitu 4,59%, pada putaran 2.000. rpm yaitu 4,14%, pada putaran 2.500. rpm yaitu 4,13%.

**Tabel 1.** Opasitas Emisi Gas buang pada pemajuan saat penginjeksian 11°

Pemajuan saat penginjeksian	Jumlah Pengujian	Putaran Mesin		
		1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM
11°	1	6,9%	6,1%	6,1%
	2	7,0%	5,9%	5,6%
	3	7,3%	5,7%	5,1%
Rata-rata		6,71%	5,39%	5,36%

Sumber: Hasil Pengujian Smoke Meter, 2025

Berdasarkan tabel 1 di atas, didapatkan hasil penelitian opasitas emisi gas buang bahan bakar solar opasitas yang dihasilkan pada pemajuan saat penginjeksian 11° pada putaran 1.500. rpm yaitu 6,71%, pada

putaran 2.000. rpm yaitu 5,39%, pada putaran 2.500. rpm yaitu 5,36%.

**Tabel 2.** Opasitas Emisi Gas buang pada pemajuan saat penginjeksian 15°

Pemajuan saat penginjeksian	Jumlah Pengujian	Putaran Mesin		
		1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM
15°	1	6,0%	6,6%	6,1%
	2	6,0%	6,0%	5,3%
	3	5,9%	5,5%	5,3%
Rata-rata		5,33%	4,76%	4,60%

Sumber: Hasil pengujian smoke meter, 2025

Berdasarkan tabel 2 di atas, Opasitas yang dihasilkan pada pemajuan saat penginjeksian 15° pada putaran 1.500. rpm yaitu 5,33%, pada putaran 2.000. yaitu 4,76%, pada putaran 2.500. rpm yaitu 4,60%.

**Tabel 3.** Opasitas Emisi Gas buang pada pemajuan saat penginjeksian 20°

Pemajuan saat penginjeksian	Jumlah Pengujian	Putaran Mesin		
		1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM
20°	1	5,2%	4,6%	5,4%
	2	4,9%	4,6%	4,7%
	3	4,8%	4,7%	4,6%
Rata-rata		4,59%	4,14%	4,13%

Sumber: Hasil pengujian smoke meter 2025

Berdasarkan tabel 3 Opasitas yang dihasilkan pada pemajuan saat penginjeksian 20° pada putaran 1.500. rpm yaitu 4,59%, pada putaran 2.000. rpm yaitu 4,14%, pada putaran 2.500. rpm yaitu 4,13%.

Tabel 4. Hasil *Multivarite Analysis Varians* (MANOVA)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2.020	1	2.020	13.467	.005 <sup>b</sup>
	Residual	.000	1	.000		
	Total	2.020	2			

a. Dependent Variable: opasitas

b. Predictors: (Constant), pemajuan

Berdasarkan output dari IBM SPSS statistic 20 yang dapat dilihat pada table 4.1 di atas diketahui bahwa pemajuan saat penginjeksian terhadap ketebalan asap mesin diesel memiliki pengaruh yang signifikan, karena nilai signifikansi  $\leq 0,05$  yaitu 0,005.

Opasitas emisi gas buang yang dihasilkan engine paling rendah yaitu pada pemajuan saat penginjeksian 20° yaitu 3,14% rpm 2.500. Opasitas emisi gas buang yang dihasilkan rendah karena proses untuk menyiapkan reaksi antara bahan bakar dengan udara tersebut (ignition delay) pendek. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dikemukakan oleh Hendra Kurniawanto, (2017) melakukan penelitian tentang Pengaruh Perubahan Timing Injeksi Terhadap Emisi Gas Buang Pada Engine Toyota Hiace. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan timing injeksi yang paling baik digunakan adalah pada 10o karena memiliki nilai opasitas dan koefisien yang paling rendah dari ketiga pengujian lainnya.

Berdasarkan hasil analisis deskriptif dapat disimpulkan bahwa pemajuan saat penginjeksian berpengaruh terhadap ketebalan asap mesin diesel, karena emisi gas buang paling rendah pada pemajuan saat penginjeksian 20° yaitu 3,14% rpm 2.500. Tetapi pemajuan saat penginjeksian 20° suara engine terdengar kasar atau

terjadi knocking. Jadi penyetulan saat penyemprotan yang paling baik yaitu pada pemajuan saat penginjeksian 15°. Karena opasitas emisi gas buang yang dihasilkan tidak melebihi ambang batas opasitas emisi gas buang kendaraan yang telah ditetapkan yaitu tidak melebihi 70%.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemajuan saat penginjeksian berpengaruh signifikan terhadap ketebalan asap mesin diesel. Opasitas terendah tercatat pada pemajuan 20° dengan nilai 4,13% pada 2.500 RPM, sedangkan opasitas tertinggi terjadi pada pemajuan 11° sebesar 6,71% pada 1.500 RPM. Dengan demikian, pemajuan penginjeksian dapat menurunkan opasitas emisi gas buang tanpa melebihi ambang batas yang ditetapkan. Namun, pengaruhnya terhadap daya mesin dan konsumsi bahan bakar masih perlu diteliti lebih lanjut agar diperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai efisiensi dan performa mesin diesel berbahan bakar solar.

#### Daftar Pustaka

- [1] Teguh, S. C. A., Prasasti, T. I. Gulo, Y., Pranata, S. H., Siregar, N. Z., Napitupulu, H. F., & Simanjuntak, M. R. A. (2025). Korelasi Perkembangan Industri Otomotif terhadap Dinamika Istilah dalam Bahasa Indonesia : Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 4(2), 8635–8640.  
<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3283>
- [2] Wakhinuddin, S. 2009. *Motor Diesel*. Padang: UNP Press.
- [3] Sharmilaa, G., & Ilango, T. (2022). Vehicular Air Pollution Based on Traffic Density - A Case Study. *Materialstoday Proceedings*, 52(3), 532-536.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.278>

- [4] Mrjoni, D. 2014. Pengaruh Pemajuan Saat Penginjeksian Terhadap Ketebalan Asap Mesin Diesel. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [5] Hendra Kurniawanto. 2017. Pengaruh Perubahan Timing Injeksi Terhadap Emisi Gas Buang Pada Engine Toyota Hiace. Skripsi. Samarinda. Politeknik Negeri Semarang.  
(<http://www.ejournal.Sttman.ac.id/index.php/JIT/article/view/89>.  
Diakses 11 Juli 2019)