

TUGAS AKHIR

ANALISIS AERODINAMIKA DESAIN BODI MOBIL HEMAT ENERGI TIPE URBAN MENGGUNAKAN SIMULASI *SOLIDWORKS*

Oleh :

YAZID SARHAN

NIM.2210911014



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2026**

ABSTRACT

This study aims to determine the most aerodynamic body design for an energy-efficient urban vehicle among three roof variations, utilizing the Computational Fluid Dynamics method within Solidworks Flow Simulation software. The geometric variations tested included flat, teardrop, and smooth roof designs, evaluated across an urban operating speed range of 20 km/h to 30 km/h. Simulation results indicate that roof modifications significantly influence aerodynamic performance by controlling the flow separation point and the wake region at the vehicle's rear. The flat roof variant caused premature flow separation due to sharp angular discontinuities, generating an extensive low-pressure wake region and resulting in the highest total drag force of 15.08 N at 30 km/h. Conversely, the teardrop and smooth roof designs created a Venturi effect at the roof's peak accelerating local airflow to 12.27 m/s and 12.23 m/s, respectively thereby delaying flow separation and streamlining the wake region volume.

Among the three models, the smooth roof variant demonstrated superior aerodynamic performance by maintaining uniform airflow attachment to the vehicle body, thereby minimizing the overall pressure gradient disparity between the front and rear. At a peak speed of 30 km/h, the smooth roof variant generated a drag force of only 13.47 N making it 10.67% more efficient than the flat roof (15.08 N) and 8.92% more efficient than the teardrop roof (14.79 N). Analysis of non-dimensional parameters confirmed that the smooth roof consistently yielded the lowest and most stable drag coefficient values ranging from 0.253 to 0.254 across the entire tested speed range; this represents a 10.60% improvement in efficiency over the flat roof 0.283–0.284 and an 8.99% improvement over the teardrop roof 0.278–0.280. These consistent drag coefficient values demonstrate that, within the tested Reynolds number sub-regime, air resistance is purely a function of geometric shape. Consequently, the smooth roof design is highly recommended as an optimal reference for energy-efficient urban vehicle bodies for the KMHE team, aiming to enhance energy efficiency by reducing form drag.

Keywords: Aerodynamics, SolidWorks, Coefficient Drag, Energy-Efficient Car.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan desain bodi mobil hemat energi tipe urban yang memiliki karakteristik paling aerodinamis dari tiga variasi *roof* menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* pada perangkat lunak *Solidworks Flow Simulation*. Variasi geometri yang diuji terdiri atas *flat roof*, *teardrop roof*, dan *smooth roof*, dengan variasi kecepatan operasional kendaraan urban sebesar 20 km/h hingga 30 km/h. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan *roof* berpengaruh mutlak terhadap kinerja aerodinamika bodi melalui kontrol lokasi *flow separation point* dan *wake region* di buritan kendaraan. Varian *flat roof* menghasilkan *premature separation* akibat diskontinuitas sudut tajam, yang membangkitkan *wake region* bertekanan rendah yang luas dan memicu gaya hambat total tertinggi sebesar 15,08 N pada kecepatan 30 km/h. Sebaliknya, pada *teardrop roof* dan *smooth roof* berhasil menciptakan efek venturi di puncak atap yang mempercepat laju udara lokal berturut-turut hingga 12,27 m/s dan 12,23 m/s, sehingga menunda pemisahan aliran dan merampingkan volume *wake region*.

Dari ketiga model, varian *smooth roof* terbukti menghasilkan performa aerodinamika terbaik karena mampu menjaga aliran udara tetap melekat pada bodi secara seragam, sehingga meminimalkan ketimpangan gradien tekanan global antara sisi depan dan belakang kendaraan. Pada kecepatan puncak 30 km/h, varian *smooth roof* hanya menghasilkan gaya *drag* sebesar 13,47 N, atau lebih efisien 10,67% dibandingkan *flat roof* 15,08 N dan 8,92% dibandingkan *teardrop roof* 14,79 N. Analisis parameter non-dimensional mengonfirmasi bahwa *smooth roof* secara konsisten menghasilkan nilai *coefficient drag* paling rendah dan stabil 0,253-0,254 di seluruh rentang kecepatan uji, unggul 10,60% lebih efisien dibandingkan *flat roof* 0,283-0,284 serta 8,99% lebih efisien jika dibandingkan dengan *teardrop roof* 0,278 - 0,280. Nilai *coefficient drag* yang konstan ini membuktikan bahwa parameter hambat udara merupakan fungsi murni dari bentuk geometri pada sub-rezim bilangan *reynolds* yang diuji. Dengan demikian, desain *smooth roof* sangat direkomendasikan sebagai referensi desain optimal bodi kendaraan urban hemat energi bagi tim KMHE guna meningkatkan efisiensi konsumsi energi melalui reduksi hambatan bentuk.