

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor khususnya mobil yang terus meningkat. Berbagai jenis mobil dan merek telah diproduksi dan diperdagangkan setiap hari. Secara umum setiap mobil membutuhkan produk aksesoris baik sebagai kelengkapan untuk memberikan *performance* yang lebih baik, maupun sebagai bagian dari penampilan atau estetika. Salah satu produk aksesoris yang banyak digunakan di mobil adalah spoiler.

Spoiler merupakan komponen aksesoris yang mempunyai dua fungsi yaitu sebagai komponen yang berhubungan dengan aerodinamika mobil dan sebagai komponen estetika (A. Sunanda dan M Siva Nayak, 2013). Sebagai bagian dari komponen aerodinamika pada mobil, *spoiler* dapat mengurangi terjadinya gaya hambat (*drag*) pada saat mobil melaju dengan kecepatan tertentu.

Secara umum, mobil yang bergerak akan mengalami hambatan aerodinamika yang diakibatkan oleh aliran fluida yang bersentuhan secara langsung dengan bodi mobil. Hambatan aerodinamika yang besar disebabkan oleh adanya penurunan tekanan dan separasi aliran yang terjadi di bagian belakang mobil. Separasi aliran yang terjadi pada lapisan batas kecepatan aliran fluida dan permukaan padat dari mobil akan membentuk aliran balik (Rustan Tarakka et al, 2018).

Untuk benda yang bergerak dalam fluida *viscous*, gaya *drag* (gaya hambat) and gaya *lift* (gaya angkat) erat hubungannya dengan separasi aliran. Adanya separasi aliran akan menyebabkan timbulnya *wake* di belakang silinder yang mengakibatkan *drag* (hambatan). Semakin cepat terjadinya separasi aliran, *wake* akan semakin lebar sehingga *drag* semakin besar (Chew et al., 1997).

Kontribusi *drag* aerodinamika pada kendaraan dipengaruhi oleh geometri depan mobil, kaca depan, atap dan bagian belakang yang telah ditentukan dengan berbagai model melalui pengujian dan perhitungan numerik. Hingga saat ini, *drag* aerodinamika pada mobil dapat diketahui dengan mudah melalui proses eksperimental maupun komputasi (Wawan Rauf, 2020).

Berbagai variasi mobil penumpang yang beredar di masyarakat, baik desain, pabrikan hingga kapasitas mesin. Kapasitas mobil menampung 5-7 orang dan memiliki mesin dengan daya besar yang disesuaikan dengan kemampuan angkutnya dengan bentuk bodi yang kurang mempertimbangkan aspek aerodinamika sehingga gaya *drag* yang dialami pun cukup besar. Sebagian besar gaya *drag* muncul pada mobil disebabkan adanya tekanan rendah dan separasi aliran dibagian belakang mobil. Semakin cepat separasi aliran terjadi, maka pembentukan *wake* di belakang kendaraan akan semakin besar (Wawan Rauf, 2020).

Dalam tinjauan dinamika fluida, metode untuk mengurangi hambatan aerodinamika dapat dilakukan dengan memodifikasi aliran udara yang melalui bodi kendaraan dengan menunda separasi serta mengurangi berkembangnya daerah bagian belakang dari struktur pusaran yang terseparasi (*separated*) (Wawan Rauf, 2020).

Penelitian yang dilakukan Conan et al pada tahun 2011 dengan geometri ahmed body dengan variasi sudut kemiringan bagian



belakang 10o, 20o, 25o, 30o dan 40o. Dimana pada sudut 20o sampai 30o terjadi perubahan koefisien hambatan yang signifikan. Diantara sudut kemiringan bagian belakang 20o, 25o, dan 30o, sudut kemiringan bagian belakang 20o yang memiliki koefisien hambatan terkecil. (Conan et al 2011)

Hambatan aerodinamis menyumbang sekitar setengah dari pengeluaran energi mekanik kendaraan yang berjalan pada kecepatan jalan raya rata-rata sekitar 55 hingga 60 mph. Model kendaraan Ahmed adalah model *bluff-body* yang sangat disederhanakan yang sering digunakan sebagai tolok ukur dalam penelitian aerodinamika kendaraan. Sejumlah penelitian eksperimental dan studi numerik telah dilakukan dengan menggunakan model Ahmed. (Rustan Tarakka *et al*, 2019). Tahun 2007 penelitian yang dilakukan oleh Deddy Djunaedi mengenai pengujian *rear spoiler* pada mobil sedan Mitsubishi Lancer Evo VIII menunjukkan bahwa setiap penambahan *rear spoiler* dan semakin besar luas frontal dari *rear spoiler* maka koefisien *lift* berkurang dan koefisien *drag* meningkat. Selain itu pada tahun 2022 penelitian yang dilakukan oleh Moch. Aziz Kurniawan *et al.* yang meneliti studi karakteristik aliran udara kendaraan dengan penambahan *spoiler* belakang standard dan lebih panjang. Dari penelitian tersebut terdapat Pemasangan spoiler belakang standard dan lebih panjang relatif meningkatkan nilai distribusi tekanan (*CP*) bagian belakang *centre line* permukaan atas model uji kendaraan. Hal ini terjadi karena dengan penambahan panjang permukaan model uji kendaraan mengakibatkan defisit momentum aliran semakin besar akibat gaya geser. Pemasangan *spoiler* belakang yang lebih panjang mengalami defisit momentum aliran akibat gaya geser paling besarsehingga terjadi peningkatan nilai distribusi tekanan (*CP*) yang paling tinggisebesar 4,7% dibandingkan tanpa menggunakan *spoiler* belakang. Dalam hal defisit momentum aliran yang terjadi di belakang model kendaraan pemasangan juga terjadi peningkatan. Peningkatan defisit momentum aliran di belakang model kendaraan juga pada penggunaan *spoiler* belakang yang lebih panjang sebesar 1,27 % dibandingkan tanpa menggunakan *spoiler* belakang. Nilai koefisien *lift* pressure (*CLP*) dan Nilai koefisien *drag* pressure (*CDP*) didapatkan dari perhitungan nilai distribusi tekanan (*CP*). Pemasangan spoiler belakang relatif menurunkan nilai *CLP* dan relatif meningkatkan nilai *CDP*. Penggunaan spoiler belakang lebih panjang mengakibatkan Penurunan nilai *CLP* yang paling besar hingga 0,11% dan meningkatkan nilai *CDP* hingga 0,06% dibandingkan model kendaraan tanpa menggunakan spoiler belakang.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Pengaruh Penambahan Spoiler two level Terhadap Hambatan Aerodinamika Kendaraan dengan Geometri Muka 35°**”..

1.2 Rumusan Masalah



Optimized using
trial version
www.balesio.com

latar belakang di atas, ada beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik aliran pada model kendaraan tanpa kontrol aliran dan dengan kontrol pasif berupa *two-level spoiler*?

2. Bagaimana nilai koefisien tekanan pada model kendaraan tanpa kontrol aliran dan dengan kontrol pasif berupa *two-level spoiler*?

3. Bagaimana nilai koefisien *drag* pada model kendaraan tanpa kontrol aliran dan menggunakan kontrol pasif berupa *two-level spoiler*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, ada beberapa tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis karakteristik aliran pada model kendaraan tanpa kontrol aliran dan menggunakan kontrol pasif berupa *two-level spoiler*.
2. Menganalisis nilai koefisien tekanan pada model kendaraan tanpa kontrol aliran dan menggunakan kontrol pasif berupa *two-level spoiler*.
3. Menganalisis nilai koefisien *drag* pada model kendaraan tanpa kontrol aliran dan menggunakan kontrol pasif berupa *two-level spoiler*

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Fluida uji merupakan udara yang dianggap fluida tak mampu mampat dan mengalir secara seragam pada aliran bebas yang berjarak jauh di hulu.
2. Model uji berbentuk *bluff body* model kendaraan (*modified/reversed Ahmed body*) berdimensi 1: 6 dari *Ahmed body* versi original. Geometri model berupa panjang ($l = 0,174$ m), lebar ($w = 0,06483$ m) dan tinggi ($h = 0,048$ m).
3. Kemiringan sudut pada bagian depan model uji adalah 35° terhadap sumbu horizontal.
4. 11,1 m/s (40 km/h), 13,9 m/s (50 km/h), 16,7 m/s (60 km/h), 19,4 m/s (70 km/h), dan 20,8 m/s (75 km/h).
5. Kontrol pasif yang digunakan adalah *two-level spoiler*.
6. Tipe *spoiler* yang digunakan *rear spoiler*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, menambah pengetahuan tentang penggunaan biodiesel hasil plasma pada pembakaran droplet
2. Bagi pembaca, menambah bahan bacaan dan menambah ilmu pengetahuan dan tentang biodiesel hasil plasma.
3. Bagi industri, dapat menjadi bahan referensi pemanfaatan biodiesel hasil plasma untuk produksi biodiesel.



BAB II TINJAUN PUSTAKA

2.1 Lapisan Batas

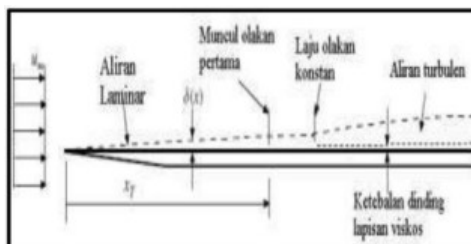
Pengertian lapisan batas adalah daerah dimana aliran mengalami hambatan karena adanya tegangan geser yang besar pada permukaan benda, sehingga partikel-partikel fluida terpaksa berhenti pada sekitar permukaan benda karena geseran viskos. Aliran fluida sejati mana pun selalu menunjukkan adanya suatu daerah yang alirannya terhambat, yaitu dekat batas yang kecepatannya relatif terhadap batas bervariasi antara nol pada batas hingga suatu harga yang dapat diduga dari solusi aliran potensial di titik yang agak jauh dari situ. Daerah yang alirannya terhambat ini disebut lapisan batas (*boundary layer*) dan ketebalan lapisan batas itu sendiri dinyatakan dengan δ . Proses pembentukan lapisan batas mungkin paling baik bila divisualisasikan dengan membayangkan aliran di sepanjang sebuah pelat rata. Misalkan ada aliran seragam sebuah fluida tak dapat mampat mendekati pelat dengan kecepatan freestream. Ketika fluida mencapai tepi sebelah depan, tegangan geser yang besar terbentuk dekat dengan permukaan pelat karena partikel-partikel fluida yang tiba di situ terpaksa berhenti dan partikel-partikel yang cukup dekat dan normal terhadap plat dihambat oleh geseran viskos (Khatri, 2012).

Lapisan batas menebal dalam arah yang sama dengan arah aliran, akibatnya perubahan kecepatan dari nol di permukaan pelat hingga u pada jarak δ semakin jauh menjadi semakin besar. Laju perubahan kecepatan tadi menentukan gradient kecepatan di permukaan plat dan karena itu tegangan gesernya juga (Khatri, 2012).

Lapisan batas adalah lapisan tipis pada solid surface yang terbatas pada daerah yang sangat sempit dekat dengan permukaan kontur dimana kecepatan fluida tidak uniform sebagai pengaruh dari gaya viskos yang muncul akibat adanya viskositas. Gambar 2.2 memperlihatkan suatu fluida itu mengalir dengan distribusi kecepatan yang sama atau uniform u_∞ dimana ketika melewati suatu solid surface aliran tersebut mengalami distribusi kecepatan yang berbeda yang dipengaruhi oleh adanya permukaan padat. Distribusi kecepatan ini dimulai dari titik di permukaan padat tersebut, dimana aliran fluida tersebut mempunyai kecepatan nol kemudian semakin besar ketika menjauhi permukaan dari bodi tersebut. Pengaruh tegangan geser akan hilang pada posisi tertentu dan kecepatan fluida mencapai nilai kecepatan fluida nonviscous ($u = 0,99u_\infty$) dan posisi tersebut merupakan batas daerah viscous (lapisan batas) dengan bagian nonviscous. Jarak yang diukur dari permukaan padat arah normal hingga posisi tersebut disebut dengan tebal lapisan batas (Faruk, U. dan Kamiran, 2012).



Optimized using
trial version
www.balesio.com

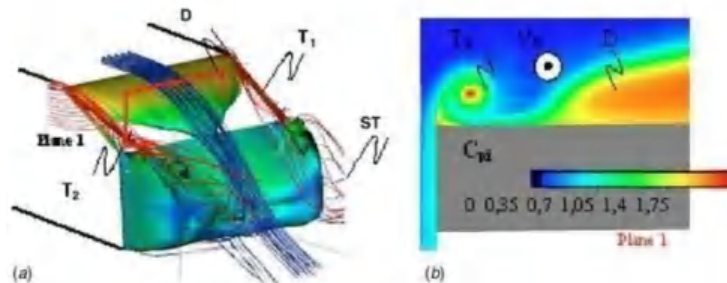


Struktur Lapisan Batas (Faruk, U. dan Kamiran, 2012)

2.2 Separasi Aliran

Separasi adalah kondisi dimana aliran udara yang mengalir disepanjang permukaan benda tidak mampu lagi menempel pada permukaan tersebut. Separasi aliran berakibat pada terbentuknya aliran balik disekitar benda. Aliran yang bergerak secara teratur akan terpecah saat terjadinya separasi dan mengakibatkan terjadinya penurunan distribusi tekanan dan menimbulkan gaya *drag* (Anderson, 2001). Pada kendaraan, separasi aliran yang terjadi sangat kompleks. Separasi aliran pada bagian bawah *body*, roda, dinding bagian samping, tepi atas dan samping kaca belakang, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kompleksitas aliran. Perbedaan tekanan antara bagian depan dan bagian belakang kendaraan merupakan kontributor utama dari keseluruhan *drag* yang disebabkan oleh adanya separasi aliran pada bagian belakang kendaraan (Brun, dkk., 2007). Perbedaan tekanan ini menimbulkan fenomena hisapan kearah belakang akibat aliran balik yang terjadi pada bagian belakang kendaraan (Hilleman, 2007). Semakin cepat separasi aliran terjadi, maka pembentukan *wake* dan *vortex* dibagian belakang kendaraan akan semakin besar. Hal ini berdampak pada pengurangan kecepatan kendaraan, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan mengarah pada efisiensi kinerja kendaraan yang semakin rendah (Ragavan, dkk., 2014)

Pada gambar 2 jelas menunjukkan skema terjadinya separasi aliran pada benda tegak. Adanya separasi aliran merupakan bentuk efek dari viskositas fluida (Munson,2002). Karena disebabkan efek viskos, fluida di titik b pada permukaan benda kehilangan energi kinetik sehingga tidak memiliki momentum untuk mengalir dalam lapisan. Titik a adalah titik dimana separasi aliran terjadi. Sedangkan di titik c terjadi aliran balik (*wake*) karena perbedaan tekanan yang cukup besar antara sisi depan dan sisi belakang benda.



Gambar 2 Topologi aliran near-wake (a) isosurface $C_{pl}=1,22$ dan (b) medan total kerugian gesek diukur secara transversal (Roumeas at.al 2008)

2.3 Computational Fluid Dynamic (CFD)



Computational Fluid Dynamics (CFD) merupakan analisa sistem yang mencakup perambatan panas, dan fenomena yang terkait. Seperti reaksi kimia akan disimulasikan berbasis komputer (*numeric*).

Penghitungan ini beserta kontrol- kontrol penghitungan lainnya dilakukan pada bagian ruang yang disebut tadi atau meshing. Nantinya, pada setiap

titik kontrol penghitungan akan dilakukan penghitungan oleh aplikasi dengan batasan domain dan boundary condition yang telah ditentukan. Prinsip inilah yang banyak dipakai pada proses penghitungan dengan menggunakan bantuan komputasi komputer. Contoh lain penerapan prinsip ini adalah *Finite Element Analysis* (FEA) yang digunakan untuk menghitung tegangan yang terjadi pada benda solid. (Al-Shemmeri, 2012)

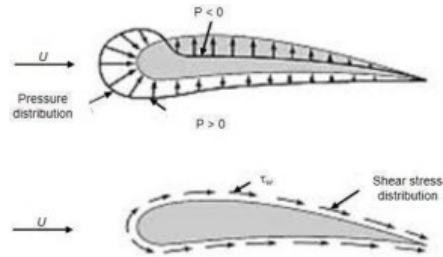
Menurut Ramon Trisno, dkk. terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam penggunaan CFD, yaitu tahap pre-processing, tahap CFD solver, dan tahap *post-processing*.

- a. Tahap *Pre-Processing*: Pada tahap awal ini yang perlu dilakukan adalah memasukkan parameter-parameter yang terdapat pada permasalahan ke dalam program CFD dengan melakukan penyesuaian input yang diberikan, sehingga permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan baik pada program CFD.
- b. Tahap CFD Solver: Pada tahap ini semua parameter yang telah dimasukkan ke dalam program CFD kemudian akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan iterasi. Apabila hasil iterasi yang dikeluarkan adalah konvergen maka dapat disimpulkan iterasi yang telah dilakukan dikatakan berhasil, tetapi jika hasil iterasi yang dikeluarkan adalah divergen maka terdapat kesalahan input yang dilakukan pada tahap sebelumnya.
- c. Tahap *Post-Processing*: Pada tahap terakhir ini hal yang perlu dilakukan adalah melihat hasil perhitungan yang telah dilakukan pada tahap CFD solver. Hasil yang didapatkan pada tahapan ini dapat dilihat dengan beberapa bentuk, yaitu X- Y Plot, Vector Plot, Kontur Plot, Report, dan Animasi.

2.4 Distribusi Tekanan Aliran

Drag tekanan merupakan komponen paling besar memberikan pengaruh terhadap *drag* total pada kendaraan yang disebabkan oleh separasi aliran pada bagian belakang (Brunn dkk, 2007). Separasi aliran yang terjadi terlalu dini akan mengakibatkan penurunan distribusi tekanan pada dinding belakang kendaraan. Penurunan distribusi tekanan pada jendela belakang dan permukaan kendaraan berkontribusi 90% dari total hambatan dan 80%-nya terjadi pada bagian belakang kendaraan (Kourta & Gilieron, 2009). *Drag* tekanan (C_p) merupakan bagian dari *drag* yang langsung disebabkan oleh tekanan P terhadap sebuah benda. *Drag* ini sering disebut sebagai *drag* bentuk karena ketergantungan yang sangat kuat pada bentuk dari kendaraan. *Drag* tekanan adalah fungsi dari besarnya tekanan dan orientasi arah aliran permukaan dimana gaya tekan tersebut bekerja. Sebagai contoh, gaya tekan pada plat datar sejajar aliran mungkin saja sangat besar, tetapi gaya tekan berkontribusi pada *drag* karena gaya tersebut bekerja pada arah tegak kecepatan *upstream*. Sebaliknya gaya tekanan pada plat datar yang menyebabkan *drag* secara keseluruhan (Munson, 2002).





Gambar 3 Distribusi tekanan pada *airfoil* (Munson, 2002)

Untuk menghitung koefisien tekanan, digunakan persamaan sebagai berikut (Munson, 2002):

$$C_p = \frac{P - P_0}{\frac{1}{2} \rho v^2 U_0^2}$$

Dimana:

C_p = Koefisien tekanan

P = Tekanan pada permukaan model uji (Pa)

P_0 = Tekanan streamline atau garis arus (Pa)

ρ = *Density* (kg/m^3)

U_0 = Kecepatan *upstream* (m/s)

2.5 Drag Aeronidamika

Gaya *drag* adalah besarnya gaya yang bekerja secara berlawanan dengan gerakan relative sebuah objek yang bergerak sehubungan dengan fluida disekitarnya (Anderson, 2013). *Drag* pada suatu benda disebabkan oleh dua hal yakni gesekan antara fluida dengan permukaan benda kerja (Kundu dkk., 2016). *Drag* karena gesekan biasa disebut dengan *friction drag* dan tergantung pada luas permukaan yang bersentuhan langsung dengan fluida, tegangan geser, viskositas, gradien kecepatan, kekasaran permukaan benda dan *streamline body*. Sedangkan *drag* karena perbedaan tekanan disebut form *drag*, yang tergantung pada bentuk, ukuran, distribusi tekanan, *wake*, bilangan Reynolds dan *bluff body* dari suatu benda yang dikenakan aliran (Munson, 2002).

Koefisien *drag* merupakan sebuah gaya dari fluida yang mengalir melalui permukaan benda searah aliran. Persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien *drag* dapat dituliskan sebagai berikut (Cengel & Cimbala, 2006) :

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho v^2 A}$$



isien *drag*

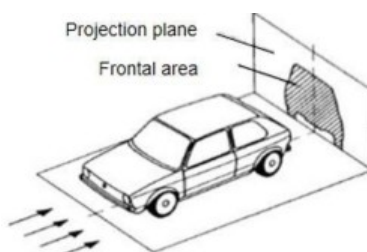
force (N)

ρ (kg/m^3)

Kecepatan *upstream* (m/s) A = Luas frontal (m^2)

Total gaya *drag* yang dialami kendaraan akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kecepatan udara hingga pada titik tertentu. Bentuk geometri kendaraan akan menentukan nilai koefisien *drag* dimana semakin aerodinamis bentuk kendaraan, maka nilai koefisien *drag* akan semakin kecil. Besarnya gaya hambat yang terjadi akan mempengaruhi jumlah konsumsi bahan bakar karena energi yang dibutuhkan oleh mesin untuk mendorong kendaraan dan melakukan percepatan akan semakin kecil seiring dengan berkurangnya gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan yang memiliki arah berlawanan dengan laju kendaraan. Artinya semakin kecil gaya hambat yang bekerja pada kendaraan, maka efisiensi energi bahan bakar akan dimaksimalkan untuk Total gaya *drag* yang dialami kendaraan akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kecepatan udara hingga pada titik tertentu. Bentuk geometri kendaraan akan menentukan nilai koefisien *drag* dimana semakin aerodinamis bentuk kendaraan, maka nilai koefisien *drag* akan semakin kecil. Besarnya gaya hambat yang terjadi akan mempengaruhi jumlah konsumsi bahan bakar karena energi yang dibutuhkan oleh mesin untuk mendorong kendaraan dan melakukan percepatan akan semakin kecil seiring dengan berkurangnya gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan yang memiliki arah berlawanan dengan laju kendaraan. Artinya semakin kecil gaya hambat yang bekerja pada kendaraan, maka efisiensi energi bahan bakar akan dimaksimalkan untuk mendorong kendaraan karena sedikitnya kerugian energi mesin untuk melawan gayahambat.

Luas area (*frontal area*) juga sangat mempengaruhi nilai gaya hambat pada suatu kendaraan. Semakin kecil luas *frontal area* dari objek, maka semakin kecil pulagaya hambat yang dihasilkan (Heisler, 2002).

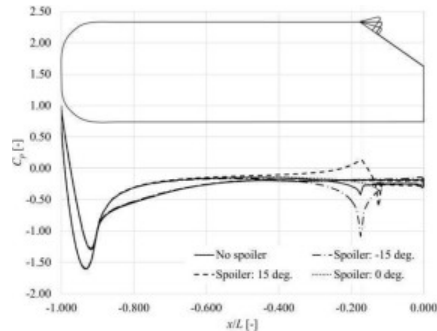


Gambar 4 *Frontal area* (Heisler, 2002)

2.6 Spoiler

Terlihat pada Gambar 5 perbandingan pengaruh sudut *spoiler* pada distribusi sepanjang garis tengah model. Seperti yang diharapkan, C_p pada bagian depan hampir identik dalam semua kasus. Namun, mulai dari bagian tengah *body*, penyimpangan secara bertahap menjadi lebih jelas di sepanjang *body* bagian atas. Pada model 0° dan 15° diperlihatkan C_p lebih tinggi dibandingkan dengan model tanpa *spoiler*. Sementara itu, model -15° menunjukkan penurunan C_p yang signifikan terutama di bagian ujung *rear roof*, dan nilai memuncak dipersimpangan *rear roof* (Cheng & Mansor 2017).





Gambar 5 Distribusi C_p terhadap centerline (Cheng & Mansor, 2017)

Hasilnya menunjukkan bahwa gaya angkat aerodinamis menurun hampir secara linier dengan sudut kemiringan spoiler, dan disertai dengan peningkatan *drag* aerodinamis. Namun, pengurangan lift dan *drag* dapat dicapai jika spoiler dikonfigurasi pada 0° - sejajar dengan atap. Sebaliknya, pada sudut spoiler negatif, penggunaan spoiler belakang kontraproduktif terhadap pengurangan gaya angkat dan tarikan. Selain itu, saat spoiler digunakan bagian body utama yang berkontribusi pada pengurangan gaya angkat adalah model atap, terutama di bagian belakang tempat spoiler dipasang (Cheng & Mansor, 2017).

Seperti terlihat pada gambar 6 pada sisi kiri mobil tanpa menggunakan spoiler, saat mobil tersebut berakselerasi terdapat gaya *drag* yang berlawanan dengan arah mobil sehingga dapat disimpulkan bahwa gaya *drag* timbul setiap kali terdapat kecepatan. Untuk meminimalisir gaya *drag* yang terjadi maka mesin mobil akan menghasilkan lebih banyak tenaga, dimana hal tersebut mengakibatkan pembakaran pada bahan bakar lebih banyak.

Spoiler belakang dirancang khusus pada bagian belakang mobil yang bertujuan untuk mengganggu pergerakan partikel udara dan menambah stabilitas gerak mobil saat melaju di jalanan. (Sandy Minkah Kyei, 2014). Reaksi transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat. Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa (Destianna, Zandy, Nazef, & Puspasari, 2007).

Lift and Downforce From Over Body Flow

