

PERANCANGAN *BODY* MOTORA Mk. II UNTUK KOMPETISI *INDONESIA ENERGY MARATHON CHALLENGE*

Alvin Julianto¹⁾ Sutrisno²⁾

Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658
E-mail : m24411011@john.petra.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menyelenggarakan kompetisi *Indonesia Energy Marathon Challenge (IEMC)*. *IEMC* merupakan kompetisi mobil hemat energi yang diselenggarakan bagi mahasiswa di seluruh Indonesia. Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra telah mengikuti kompetisi *IEMC* pada tahun 2012 dengan mobil kelas urban concept yang diberi nama *Motora Mk. I*. Mobil *Motora Mk. I* dikembangkan seluruh sistem-sistemnya agar dapat mengikuti perlombaan *IEMC*. Pengembangan mobil telah berhasil dilakukan pada seluruh sistemnya, namun belum berhasil membuat *body*-nya. Metode perancangan yang dilakukan adalah pembuatan *surface modeling* dengan software *SolidWorks*. Besarnya nilai koefisien drag (C_D) didapatkan dari hasil simulasi menggunakan software *ANSYS*. Simulasi dijalankan menggunakan model *viscous*, *k-epsilon RNG* pada kecepatan udara 15 m/s. Hasil simulasi berupa gaya drag kemudian dihitung dengan persamaan sehingga didapatkan nilai C_D sebesar 0,198. *Body* dilanjutkan ke proses pembuatan setelah didapatkan hasil simulasinya. Proses pembuatan dilakukan dengan membuat *prototype*, lalu membuat *moulding* yang kemudian digunakan untuk mencetak *body*. Berat *body* melalui proses menimbang didapatkan berat *body* sebesar 36 kg.

Kata kunci :

Mobil Urban Concept, Surface Modeling, Simulasi Aerodinamika, Proses Manufaktur.

1. Pendahuluan

Transportasi adalah kebutuhan utama manusia yang dapat menunjang aktivitas sehari-hari. Jumlah penduduk yang semakin meningkat di Indonesia, menyebabkan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi. Meningkatnya volume kendaraan yang tidak diimbangi dengan pengembangan infrastruktur mengakibatkan kemacetan. Tingginya jumlah kendaraan mempengaruhi jumlah konsumsi bahan bakar minyak.

Produsen otomotif berlomba-lomba menciptakan mobil hemat energi untuk mengatasi menipisnya persediaan minyak dunia. Produsen otomotif tidak hanya menciptakan kendaraan yang irit bahan bakar, tetapi juga kendaraan berdimensi lebih *compact* untuk mengurangi kepadatan ruas jalan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan mengadakan kompetisi *Indonesia Energy Marathon Challenge* sebagai salah satu contoh kompetisi tersebut.

Program Studi Teknik Mesin dan Otomotif Universitas Kristen Petra telah mengikuti kompetisi *Indonesia Energy Marathon Challenge* pada tahun 2013 pada kategori *urban concept* dengan mobilnya yang bernama *Motora Mk. I*. Program Studi Teknik Mesin dan Otomotif Universitas Kristen Petra juga telah merancang *Motora Mk. II* untuk ikut serta dalam *Indonesia Energy Marathon Challenge 2014*, namun belum berhasil merancang *body* untuk *Motora Mk. II* tersebut. *Body* *Motora Mk. II* sebelumnya memiliki berat lebih dari 120 kg, karena dalam proses pembuatannya yang tidak menggunakan *moulding*.

Tugas akhir dengan judul “Perancangan *Body* *Motora Mk. II* untuk Kompetisi *Indonesia Energy Marathon Challenge*” ini ditujukan untuk membantu Program Studi Teknik Mesin dan Otomotif Universitas Kristen Petra dalam merancang *body* untuk *Motora Mk. II*, agar dapat mengikuti kompetisi *Indonesia Energy Marathon Challenge* yang akan datang.

Bentuk dari kompetisi *IEMC* adalah merancang mobil yang memiliki efisiensi bahan bakar paling baik. Peserta kompetisi *IEMC* terbagi ke dalam dua kelas utama, yaitu kelas *prototype* dan kelas *urban concept*. Kelas *prototype* mengutamakan desain mobil pada gaya aerodinamika sedangkan kelas *urban concept* lebih mengutamakan pada nilai estetika. Setiap kelas terbagi lagi berdasarkan jenis bahan bakarnya, yaitu kategori bensin, disel, listrik dan *ethanol*.

Pada dasarnya, mobil yang digunakan untuk kompetisi *IEMC* memiliki komponen yang sama dengan mobil pada umumnya hanya lebih disederhanakan. Mobil untuk kompetisi *IEMC* wajib memiliki *body*. Bentuk *body* dapat bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan. Pada kelas *urban concept*, *body* didesain mirip dengan mobil yang dijumpai di jalanan, namun berukuran lebih kecil.

Proses perancangan dan pembuatan *body* untuk kompetisi *IEMC* hampir sama dengan pembuatan *body* untuk mobil komersil. Beberapa proses dapat diabaikan dalam proses perancangan *body* ini, karena mobil ini hanya digunakan untuk kepentingan pribadi. Pembuatan mobil diawali dengan perancangan konsep, proses

simulasi, dan dilanjutkan ke dalam proses manufaktur.

Proses perancangan diawali dari penentuan konsep dari mobil. Konsep perlu ditentukan untuk mendapatkan bentuk dasar dari mobil yang akan dibuat. Adanya konsep juga membantu dalam proses pembuatan sketsa.

Bentuk 2 dimensi dari mobil selanjutnya dibuat setelah konsep telah ditentukan. Pembuatan model 2 dimensi diawali dengan membuat sketsa menggunakan pensil. Gambar mobil dari berbagai sisi kemudian perlu dibuat agar dapat dibentuk gambar 3 dimensinya.

Gambar 3 dimensi dari *body* dibuat melalui proses *surface modeling*. *Surface* adalah geometris permukaan benda, tidak punya ketebalan, dan tidak dalam bentuk yang kaku tapi bebas. Menurut Halim (2013), *surface modelling* tidak mempunyai dimensi radial kaku, dan juga tidak mempunyai sudut. Di dalam *surface modelling*, permukaan yang akan dihasilkan berlekuk-lekuk dan dilihat dari sudut pandang manapun (diputar kemanapun) benda akan terlihat sama, tidak terbatas oleh ruang [1].

Proses ini dibantu dengan menggunakan *software SolidWorks*. *Data surface modeling* diperlukan untuk menjalankan proses simulasi. *Data* yang digunakan untuk proses simulasi perlu dirubah kedalam bentuk *solid* agar dapat disimulasikan. Proses simulasi dapat diperingan dengan menjalankan simulasi pada setengah bagian *body* saja.

Proses simulasi untuk mencari besarnya gaya aero dinamika dapat dilakukan dengan dua cara. Cara simulasi yang pertama adalah menggunakan terowongan angin atau *wind tunnel*. Finahari dan Suswanto (2013: 14) mengatakan, Terowongan angin didesain untuk mensimulasikan aliran udara seperti pada kondisi aliran di ruang terbuka dan kecepatan angin yang mendekati kecepatan aktualnya. Pengukuran gaya ini pada umumnya dilakukan secara sederhana dengan menggunakan jarum penunjuk atau beban penyeimbang [2].

Cara simulasi gaya aerodinamika yang kedua adalah optimasi menggunakan komputer. Proses simulasi menggunakan *software* dapat disebut dengan proses CFD. Menurut Hidayat (2010), *Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan salah satu cara penggunaan komputer untuk menghasilkan informasi tentang bagaimana aliran fluida. CFD menggabungkan berbagai ilmu dasar teknologi diantaranya matematika, ilmu komputer, teknik dan fisika. Semua ilmu disiplin tersebut digunakan untuk pemodelan atau simulasi aliran fluida [3].

Simulasi pada *body* dijalankan untuk mencari besarnya nilai C_D . Proses simulasi terbagi menjadi dua proses utama, yaitu proses *meshing* dengan *software ANSYS GAMBIT*, dan proses simulasi dengan *software ANSYS Fluent*. Hasil yang didapatkan dari simulasi adalah gaya aerodinamika yang kemudian dihitung menggunakan rumus 1 untuk mendapatkan nilai C_D -nya. Tjitro dan Wibawa (1999: 110), gaya aerodinamika dapat dinyatakan sebagai akibat aliran udara pada suatu permukaan dari suatu benda yang bersumber dari distribusi tekanan pada permukaan dan tegangan geser pada permukaan [4].

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

Di mana:

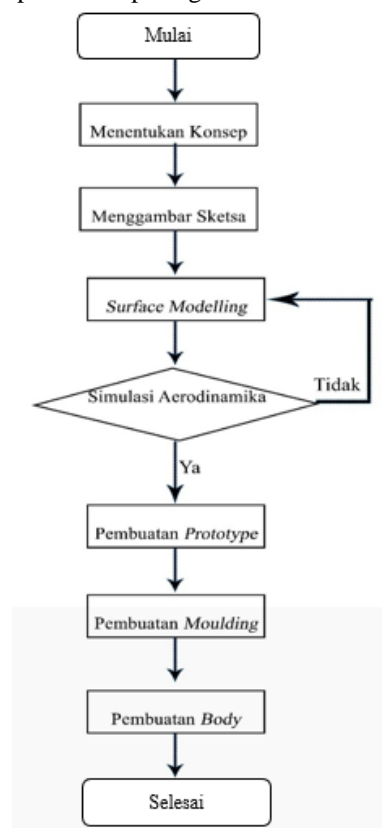
- F_D = besarnya gaya aerodinamika (N)
- ρ = massa jenis udara (1,2 kg/m³)
- v = kecepatan udara (m/s)
- A = luas *frontal area* (m²)
- C_D = *coefficient of drag*

Proses manufaktur dari *body* dilakukan setelah nilai dari C_D telah memenuhi ketentuan. *Body* secara garis besar dibuat melalui tiga tahap utama. Langkah awal dari proses ini adalah pembuatan *prototype* dari bentuk *body*. *Prototype* dari *body* kemudian digunakan sebagai pedoman untuk membuat cetakan atau *moulding*. *Moulding* ini digunakan untuk mencetak *body*.

Body perlu dibuat menggunakan *moulding* agar memiliki berat yang ringan. Proses mencetak *body* dibagi kedalam panel-panel untuk mempermudah proses mencetak. Panel-panel *body* yang terpecah-pecah perlu disatukan menjadi satu bagian utuh. *Body* disatukan menggunakan bermacam-macam cara sesuai dengan bahan dari *body* tersebut.

2. Metode Perancangan

Metode perancangan *body* ini dapat dibagi kedalam beberapa tahap. Tahap perancangan dimulai dari menentukan konsep hingga *body* direalisasikan kedalam bentuk yang dapat digunakan. Diagram dari perancangan *body* ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan Metode Perancangan

3. Hasil dan Pembahasan

Pengamatan terhadap *trend* dari desain-desain mobil

yang dipamerkan dalam pameran otomotif dilakukan untuk mendapatkan ide. Bentuk mobil *urban concept* dari peserta kompetisi IEMC di tahun-tahun sebelumnya juga diamati sebagai pembanding. Desain dari *body* Motora Mk. II merupakan perpaduan dari mobil klasik dan mobil futuristik. Bentuk klasik diambil dari bentuk *fender* yang terpisah seperti pada mobil VW Beetle, sedangkan bentuk futuristik didapatkan dari garis dan lekuk yang tegas serta tajam seperti pada mobil Lamborghini Aventador. Inspirasi dari bentuk *body* mobil ini dapat dilihat pada gambar 2.



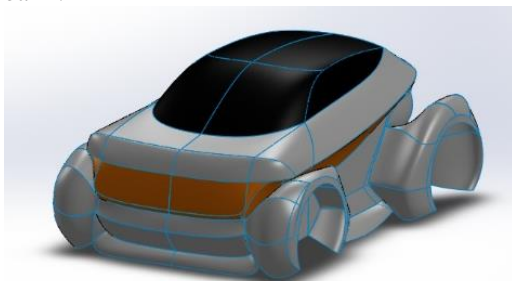
Gambar 2. Bentuk *fender* terpisah dan garis-garis tajam

Konsep dari mobil ini kemudian dituangkan ke dalam gambar 2 dimensi. Gambar 2 dimensi digunakan sebagai acuan dalam pembuatan *surface modeling*. Pembuatan *surface modeling* tidak dapat dibuat sama persis dengan gambar 2 dimensinya, karena terbatasnya garis-garis yang tersedia dalam *software* pembuatan *surface modeling*. Gambar 2 dimensi dari Motora Mk. II dapat dilihat pada gambar 3. *Surface modeling* menggunakan *software* SolidWorks dibuat dengan cara menutup tiga buah garis atau lebih dengan sebuah kulit.



Gambar 3. Gambar 2 Dimensi Motora Mk. II

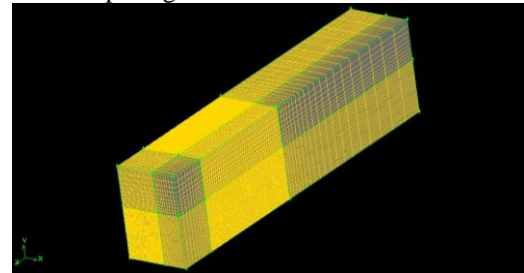
Body dibuat dengan cara memecah *body* ke dalam bagian-bagian kecil sesuai lekuk dan garis *body*. Memecah *body* menjadi bagian yang lebih banyak dan kecil akan memperhalus hasil dari *surface modeling*. Hasil dari pembuatan *surface modeling* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Surface modeling* *body* Motora Mk. II

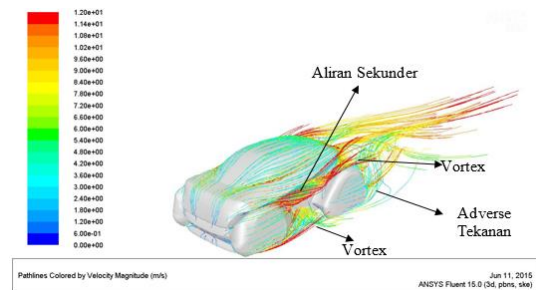
Hasil dari *surface modelling* dijahit menjadi satu bagian utuh agar dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya. Parameter dari simulasi perlu ditentukan sebelum proses simulasi dijalankan. Menentukan parameter dari simulasi dilakukan pada proses *meshing*. Proses *meshing* juga memecah *data body* kedalam bagian-bagian yang sangat kecil, sehingga dapat disimulasikan gaya pada

setiap bagian-bagian kecil dari *body*. Hasil dari *meshing* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil dari proses *meshing*

Simulasi pada *body* dijalankan dengan model *viscous, k-epsilon* pada kecepatan udara 15 m/s. Besarnya kecepatan udara ditentukan dari kecepatan maksimal yang diinginkan dari mobil. Proses simulasi dijalankan hingga proses perhitungan telah konvergen. Simulasi fluida dari *body* Motora Mk. II dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 6. Hasil Simulasi

Gaya aerodinamika sebesar 98,48 Newton didapatkan dari hasil simulasi yang telah konvergen. Luas *frontal area* dari *body* dapat dihitung dari ANSYS Fluent dengan menampilkan besarnya area penampang pada sumbu Z. Luas penampang sebesar 3,68 m² didapatkan dari hasil *report* pada ANSYS Fluent. Bentuk persamaan perlu dirubah agar dapat digunakan menghitung besarnya C_D Bentuk persamaan untuk mencari nilai C_D adalah:

$$C_D = \frac{2 F_D}{\rho v^2 A} \quad (2)$$

Maka

$$C_D = \frac{2 \times 98,475392}{1,2 \times 15^2 \times 3,680004}$$

$$C_D = 0,198$$

Proses simulasi dapat dilanjutkan ke proses manufaktur jika hasil dari C_D telah sesuai dengan nilai yang diinginkan. Pembuatan *surface modeling* perlu diulang jika nilai C_D tidak sesuai dengan yang diinginkan atau proses simulasi tidak dapat konvergen. Bentuk dari *body* tidak dapat dibuat sama persis dengan desain, karena dalam proses manufaktur terdapat garis-garis yang perlu dipertimbangkan pengaruhnya terhadap kekuatan dari *body* tersebut.

- **Prototype Motora Mk. II**

Prototype awal terbuat dari bahan yang mudah

ditekuk dan direkatkan seperti lembaran logam dan apabila sudah benar, dibuatlah *prototype* berbahan kayu atau karton. Pembuatan *prototype* tahap awal dibuat menggunakan plat logam karena sigat logam yang lebih *rigid*. *Prototype* dari bahan logam juga digunakan untuk mengukur serta mengatur kesimetrisan bentuk *body*.

Prototype berbahan serat kaca perlu dibuat karena plat logam tidak dapat membuat radius-radius atau ujung yang tumpul. Bahan serat kaca perlu dicampur dengan resin agar menjadi keras, dan bahan talk dapat ditambahkan agar campuran menjadi lebih keras dan kokoh. *Prototype* dari Motora Mk. II dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 7. *Prototype* Motora Mk. II

- **Moulding Motora Mk. II**

Moulding merupakan cetakan pembuat *body* yang dibuat menggunakan bahan serat kaca dicampur dengan resin dan diberi katalis. Pembuatan *moulding* dilakukan dengan cara menempelkan serat kaca pada *prototype* sehingga serat memiliki bentuk yang sama dengan *prototype*. *Prototype* dilapisi menggunakan wax sebelum serat kaca ditempelkan agar serat kaca dan *prototype* tidak lengket.

Moulding dipecah kedalam beberapa panel untuk mempermudah proses pembuatan *body*. Bagian yang memiliki lubang besar seperti kaca harus berlubang sejak pembuatan *moulding*, sedangkan lubang kecil seperti lampu dapat langsung dibuat pada *body*. Pembagian panel kedalam bagian yang besar mempersulit proses pencetakan *body*, sedangkan jika terlalu kecil proses pembuatan *body* akan memakan waktu yang lama. *Moulding* yang digunakan untuk mencetak *body* Motora Mk. II dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 8. *Moulding* Motora Mk. II

- **Body Motora Mk. II**

Body Motora Mk. II dibuat menggunakan bahan dasar serat kaca karena serat kaca mudah dicetak dan memiliki berat yang ringan. Pembuatan *body* dilakukan dengan cara merekatkan campuran serat kaca dan resin kedalam *moulding*. *Moulding* diberi lapisan wax sebelum diberi serat kaca dan resin agar *body* dan *moulding* dapat dipisahkan. *Body* dicetak kedalam panel-panel sesuai dengan *moulding* yang kemudian disatukan menjadi satu bagian utuh.

Seluruh permukaan *body* harus dilapisi menggunakan epoxy agar permukaan *body* dapat dilapisi cat. *Body* yang tidak dilapisi epoxy membuat hasil pengecatan menjadi tidak maksimal, karena sifat bahan serat kaca yang menyerap cat. Lubang untuk lampu, grill, dan lain-lain dapat ditambahkan setelah *body* disatukan. Bentuk dari mobil Motora Mk. II dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 9. *Body* Motora Mk. II

5. Kesimpulan

Body Motora Mk. II didesain dengan menggunakan bentuk mobil hatchback yang memadukan desain antara mobil klasik dan mobil masa depan. Dimensi dari body Motora Mk. II adalah 221 cm x 128 cm x 94 cm. Nilai CD tetap diperhitungkan dalam mendesain body urban concept agar tidak menjadi penghambat.

Dari hasil simulasi didapatkan nilai CD sebesar 0,198. Berat *body* dan rangka pada saat ditimbang menghasilkan berat total sebesar 96 kg, sedangkan berat total dari rangka saja adalah 60 kg. Selisih berat dari hasil pengukuran merupakan berat *body* saja, maka berat dari *body* Motora Mk. II adalah 36 kg..

6. Daftar Pustaka

- [1] Halim, C. 2013. "Perancangan Desain Bodi *Urban City Car* Untuk Kompetisi *Urbanconcept Shell Eco-Marathon*". Skripsi. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin Program Otomotif, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [2] Finahari, N., dan Suswanto, B., "Studi Pengaruh Model Mobil dan Kecepatan Angin Terhadap Gaya *Drag*", *Widya Teknika*, Vol.20, No.1 Maret 2013, hal. 14-19.
- [3] Hidayat, Y. H. 2010., Analisa Tekanan Dan Laju Kecepatan Angin Pada Mobil GL-BUS Menggunakan *Software* Berbasis *Computational*

Fluid Dynamics (CFD).
http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/industrial-technology/2010/Artikel_20403761.pdf_Retrieved
October 19, 2015.

- [4] Tjitro, S., dan Wibawa, A. A., “ Perbaikan Karakteristik Aerodinamika pada Kendaraan Niaga”, *Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra*, Vol.1, No.2 Oktober 1999, hal.108-115.