

TUGAS AKHIR

EKSPERIMEN AERODINAMIKA PROTOTYPE MOBIL HEMAT ENERGI

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**REKUMALI
1507230109**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rekumali
NPM : 1507230109
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Eksperimen Aerodinamika Prototype Mobil Hemat Energi
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I

H. Muhanif M, S.T.,M.Sc

Dosen Penguji II

M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji III

Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV

Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Program Studi, Teknik Mesin



Afandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rekumali
Tempat / Tanggal Lahir : Bulu Cina, 31 Mei 1996
NPM : 1507230109
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Eksperimen Aerodinamika Prototype Mobil Hemat Energi"

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 September 2019

Saya yang menyatakan,



Rekumali

ABSTRAK

Eksperimen dilakukan untuk mengetahui koefisien drag pada ketiga jenis kecepatan angin pada prototype mobil hemat energi. Yang memiliki kecepatan yang berbeda-beda. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui koefisien drag pada mobil prototype hemat energi dan untuk mengembangkan mobil prototype hemat energi. Penelitian ini dilakukan selama tujuh bulan dimulai dari bulan Februari-Agustus Tahun 2019. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UMSU. Pengujiannya menggunakan alat uji *sub sonic wind tunnel* dengan kecepatan angin yang bervariasi yaitu dengan kecepatan 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, dan mendapatkan hasil yaitu pada kecepatan angin 2 m/s dengan hasil koefisien drag pada mobil prototype sebesar 0.061307, pada kecepatan 4 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil prototype sebesar 0.026427, dan pada kecepatan 6 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil prototype turun menjadi 0.010693. pada kecepatan angin sebesar 6 m/s memiliki koefisien drag yang paling rendah dibandingkan dengan kecepatan angin 2 m/s dan 4 m/s. sehingga semakin tinggi kecepatan angin maka semakin rendah koefisien drag yang diperoleh. Dan kecepatan 6 m/s memiliki koefisien drag paling rendah dan memiliki aerodinamis paling baik dibandingkan dengan kecepatan 2 m/s dan 4 m/s.

Kata Kunci: Prototype Mobil Hemat Energi, Koefisien Drag, Aerodinamika.

ABSTRACT

Experimental were carried out to determine the drag coefficient on the three types of wind speeds on prototypes of energy-efficient cars. Which has different speeds. The purpose of this study is to determine the drag coefficient on energy-efficient prototype cars and to develop energy-efficient prototype cars. This research was conducted for seven months starting from February-August 2019. The test was carried out at the UMSU Mechanical Engineering Laboratory. The test uses a sub-sonic wind tunnel test with varying wind speeds with a speed of 2 m / s, 4 m / s, 6 m / s, and the results are at wind speed of 2 m / s with the results of the drag coefficient on the prototype car of 0.061307, at a speed of 4 m / s the drag coefficient that occurs in prototype cars is 0.026427, and at a speed of 6 m / s the drag coefficient that occurs in prototype cars drops to 0.010693. at wind speed of 6 m / s has the lowest drag coefficient compared to wind speed of 2 m / s and 4 m / s. so the higher the wind speed, the lower the drag coefficient obtained. And the speed of 6 m / s has the lowest drag coefficient and has the best aerodynamics compared to the speed of 2 m / s and 4 m / s.

Keywords: Prototype of Energy-Efficient Cars, Drag Coefficient, Aerodynamics.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Eksperimen Aerodinamika Prototype Mobil Hemat Energi” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak H. Muharnif M, S.T.,M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak M. Yani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera.
6. Bapak Affandi, S.T.,M.T yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.

8. Orang tua penulis: Reli dan Kusmayati, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: M. Dipo Pamungkas, Nurmala Widya Sari, Jefri Maulana Lubis.,S.T, Agus Sulistiadi.,S.T dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, 16 September 2019

Rekumali

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Eksperimen	4
2.2. Aerodinamika	4
2.3. Prototype	5
2.4. Mobil Hemat Energi	5
2.4.1. Mobil Listrik	5
2.4.2. Mobil Tenaga Surya	6
2.4.3. Mobil Fuel Cell	6
2.4.4. Mobil Hybrid	7
2.5. Teori Koefisien Drag	8
2.6. Gaya	8
2.7. Fenomena Aerodinamika Mobil	9
2.7.1. Hukum Kekekalan Massa	12
2.7.2. Hukum Kekekalan Momentum	12
2.7.3. Hukum Kekekalan Energi	12
2.8. SolidWorks	12
BAB 3 METODOLOGI	14
3.1. Tempat dan Waktu	144
3.1.1. Tempat	14
3.1.2. Waktu	14
3.2. Bahan dan Alat	15
3.2.1. Bahan	15
3.2.2. Alat yang akan digunakan dalam pembuatan prototype	25
3.2.3. Alat Pengujian	41
3.3. Desain Mobil Yang Akan Diuji	48
3.4. Diagram Alir Analisa	51

3.5. Rancangan Mendesain Mobil	52
3.6. Pembuatan Mobil	52
3.7. Langkah –Langkah Pengujian	54
3.8. Experimental Setup	55
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1. Tahap Mendesain Mobil	56
4.1.1. Menyalakan Komputer Dan Memilih Software Solidworks 2014	56
4.1.2. Tampilan Awal Solidworks 2014	56
4.1.3. Menu Tampilan Part Desain	57
4.1.4. Menentukan Sumbu Benda Kerja	57
4.1.5. Membuat Desain Mobil Prototype Mobil Hemat Energi	58
4.2. Tahap Membuat Mal Mobil	61
4.3. Tahap Mencetak Mal Mobil	62
4.4. Membuat Bodi Mobil	64
4.5. Mengecat Bodi	66
4.6. Hasil Data Pengujian	68
4.6.1. Data Hasil Pengujian Mobil Hijau	68
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	15
Tabel 3.2. Data Pengujian	60
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Koefisien Drag Mobil Prototype	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Percobaan Aerodinamika Prototype Pada Mobil Hemat Energi	10
Gambar 2.2. SolidWoks	13
Gambar 3.1. Kertas A3	15
Gambar 3.2. Triplek	15
Gambar 3.3. Wrapping	16
Gambar 3.4. Plastik Poto Copy	16
Gambar 3.5. Plastik Kaca	17
Gambar 3.6. Serat Fiber Glass	17
Gambar 3.7. Resin	18
Gambar 3.8. Tepung Resin	18
Gambar 3.9. Katalis	19
Gambar 3.10. <i>Mirror Glaze</i>	19
Gambar 3.11. Thinner Resin	20
Gambar 3.12. Dempul	20
Gambar 3.13. Epoxy	21
Gambar 3.14. Cat Hijau	21
Gambar 3.15. Clear	22
Gambar 3.16. Cat Hitam	22
Gambar 3.17. Pipa Paralon	23
Gambar 3.18. Selang Infuse	23
Gambar 3.19. Etanol	24
Gambar 3.20. Pewarna Makanan	24
Gambar 3.21. Kertas Milimeter	25
Gambar 3.22. Laptop	26
Gambar 3.23. Perangkat Lunak Solidworks 2014	26
Gambar 3.24. Gunting	27
Gambar 3.25. Mata Gergaji Ukir	27
Gambar 3.26. Gergaji Ukir	28
Gambar 3.27. Martil	28
Gambar 3.28. Tang	29
Gambar 3.29. Amplas	29
Gambar 3.30. Hair Dryer	30
Gambar 3.31. Wadah	30
Gambar 3.32. Kuas	31
Gambar 3.33. Pisau Karter	31
Gambar 3.34. Skrap Dempul	32
Gambar 3.35. Skrap Biasa	32
Gambar 3.36. Timbangan Digital	33
Gambar 3.37. Mata Gerinda Potong	33
Gambar 3.38. Gerinda	34
Gambar 3.39. Mata Gerinda Kertas Pasir	34
Gambar 3.40. Mata Bor Bulat	35
Gambar 3.41. Mata Bor	35
Gambar 3.42. Bor	36

Gambar 3.43. Bor Restory	36
Gambar 3.44. Mata Bor Restory	37
Gambar 3.45. Connector Infuse	37
Gambar 3.46. Klem Kabel	38
Gambar 3.47. Bantalan	38
Gambar 3.48. Baut	39
Gambar 3.49. Mur	39
Gambar 3.50. Obeng Positif	40
Gambar 3.51. Kunci Pas	40
Gambar 3.52. Obeng Negatif	41
Gambar 3.53. <i>Sub Sonic Wind Tunnel</i>	41
Gambar 3.54. Kipas	42
Gambar 3.55. Arduino	42
Gambar 3.56. Kabel Jamper	43
Gambar 3.57. Kabel USB Arduino	43
Gambar 3.58. <i>Hot Wire Anemometer</i>	44
Gambar 3.59. <i>Load Cell</i>	44
Gambar 3.60. Tabung Pitot (Manometer Pipa U)	45
Gambar 3.61. Laptop	46
Gambar 3.62. Dinamo (Motor Penggerak)	46
Gambar 3.63. Inverter	47
Gambar 3.64. Dudukan Mobil Prototype	47
Gambar 3.65. Desain Mobil	48
Gambar 3.66. Desain Penuh Mobil	48
Gambar 3.67. Desain Mobil Depan	49
Gambar 3.68. Desain Mobil Samping	49
Gambar 3.69. Desain Mobil Belakang	50
Gambar 3.70. Desain Mobil Atas	50
Gambar 3.71. Diagram Alir Analisa	51
Gambar 4.1. Tampilan Layar Komputer	56
Gambar 4.2. Tampilan Awal Solidworks 2014	56
Gambar 4.3. Menu Tampilan Part Desain	57
Gambar 4.4. Menentukan Sumbu Benda Kerja	57
Gambar 4.5. Membuat Sketch Mobil	58
Gambar 4.6. Memberikan Tebal Pada Mobil	58
Gambar 4.7. Membuat Radius Bodi Mobil	59
Gambar 4.8. Membuat Atas Mobil	59
Gambar 4.9. Membentuk Bodi Samping	60
Gambar 4.10. Memotong Bodi Mobil Pada Sisi Berlawanan	60
Gambar 4.11. Mal Mobil	61
Gambar 4.12. Sekatan Mal Mobil	61
Gambar 4.13. Membungkus Mal Dengan Plastik	62
Gambar 4.14. Pembatas Mal Mobil	62
Gambar 4.15. Mengoleskan Mirror Glaze	62
Gambar 4.16. Membuat Adonan Cetakan Mobil	63
Gambar 4.17. Menuangkan Adonan Resin, Tepung Talk Dan Katalis	63
Gambar 4.18. Mendempul Dan Menggosok Cetakan Mobil	63
Gambar 4.19. Membuat Bodi Mobil	64

Gambar 4.20. Mendempul Dan Menggosok Bodi Mobil	64
Gambar 4.21. Membuat Lantai Bodi Mobil	64
Gambar 4.22. Menyatukan Bodi Dan Lantai Mobil	65
Gambar 4.23. Pembuatan Ban Mobil	65
Gambar 4.24. Memasang Ban	65
Gambar 4.25. Mengecat Dasar Mobil	66
Gambar 4.26. Mengecat Bodi Mobil	66
Gambar 4.27. Mengecat Lantai Bawah Mobil	67
Gambar 4.28. Finishing Mengecat Mobil	67
Gambar 4.29. Grafik Hasil Koefisien Drag	69

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
F_D	Gaya Seret	N
A	Luas Penampang	m^2
ρ	Massa Jenis	kg/m^3
u_∞^2	Kecepatan Kuadrat	m^2/s^2
u_∞	Kecepatan	m/s
C_D	Koefisien Drag	
$2g_e$	Konstanta Rumus	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin meningkatnya perkembangan teknologi pada sektor penghematan energi telah mencuri perhatian para peneliti maupun pelaku industri otomotif, salah satu cara dengan membuat bentuk bodi kendaraan yang telah aerodinamis. Bentuk bodi yang aerodinamis mengurangi tahanan aerodinamika sehingga dapat mengoptimalkan tenaga mesin untuk menjadi gaya dorong traksi kendaraan hemat bahan bakar serta menjaga stabilitas kendaraan. (Nurul Huda, 2016).

Dicipatakannya mobil hemat energi agar dapat menghemat penggunaan bahan bakar minyak. Dan dalam istilah industri dikenal dengan koefisien drag atau disebut hambatan. Jika semakin kecil koefisien drag/ hambatan yang terjadi pada mobil maka semakin maksimal pergerakan pada mobil sehingga dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar pada mobil. Desain mobil sangat berpengaruh dalam menentukan besar kecilnya koefisien drag pada mobil. Terutama pada desain atau dimensi bagian depan mobil. Karena jika desain mobil semakin besar bidangnya maka hambatan juga semakin besar dan itu dapat mengakibatkan pemborosan penggunaan bahan bakar.

Kendaraan dengan bentuk dan luas penampang yang tegak lurus dengan arah aliran yang besar akan menyebabkan hambatan udara. Hal ini menyebabkan kerugian dan mengurangi efisiensi. Untuk mengurangi kerugian karena gaya hambatan dan gaya angkat diantaranya dengan membentuk kendaraan yang bervariasi.

Aerodinamika yaitu bisa diartikan udara dan perubahan gerak dan bisa juga ditarik sebuah pengertian yaitu suatu perubahan gerak dari suatu benda akibat dari hambatan udara ketika benda tersebut melaju dengan kencang, benda yang dimaksud berupa kendaraan bermotor (mobil, truk, bis, maupun motor) yang sangat terkait hubungannya dengan perkembangan aerodinamika sekarang ini. Adapun hal-hal yang berkaitan dengan aerodinamika adalah kecepatan kendaraan dan hambatan udara ketika kendaraan itu melaju, aerodinamika yaitu *aero* yang berarti bagian dari udara atau ilmu keudaraan dan dinamika yang berarti cabang ilmu alam yang menyelidiki benda-benda bergerak. Yang

ditimbulkan udara atau gas-gas lain yang bergerak. (Joshua Sam Jhon. Tony Surya Utomo, 2017).

Desain pada bodi mobil prototype mobil hemat energi menjadi salah satu hal yang menarik untuk diuji, diperlukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui nilai koefisien drag pada bodi mobil. Salah satu hal yang menjadi tanda tanya dan permasalahan yang ingin dipecahkan dan diketahui adalah jenis bodi mobil prototype dengan desain yang paling baik dalam menjaga stabilitas mobil dan dapat mengoptimalkan tenaga mesin menjadi hemat bahan bakar. Untuk mengetahui jenis bodi mobil yang paling baik dalam menjaga stabilitas mobil dan penghemat bahan bakar. Penelitian ini memerlukan satu jenis desain prototype bodi mobil yang akan di uji.

Dari penelitian sebelumnya desain pada bodi mobil prototype mobil hemat energi memiliki nilai koefisien drag yang besar dan kecil. Sehingga dapat mengetahui perbedaan nilai koefisien drag pada 3 jenis bentuk bodi mobil prototype mobil hemat energi. (Abdi. S, 2019), (Bambang. K, 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dibuatlah penelitian sebagai tugas akhir (skripsi) dengan judul : “Eksperimen Aerodinamika Prototype Mobil Hemat Energi”.

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan uraian di atas dapat ditarik beberapa hal yang menjadi permasalahan yaitu:

1. Bagaimanakah eksperimen aerodinamika pada mobil prototype hemat energi.
2. Bagaimanakah desain bodi mobil prototype hemat energi.
3. Bagaimanakah koefisien drag pada kecepatan berbeda mobil prototype hemat energi.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup di perlukan untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah dan agar dalam pemecahan permasalahan dapat dengan mudah dilaksanakan. Adapun ruang lingkup dalam tugas akhir ini adalah:

1. Spesimen yang digunakan adalah jenis prototype mobil hemat energi.

2. Parameter yang diamatin yaitu melakukan pengujian untuk diteliti berupa Koefisien Drag pada ketiga kecepatan angin jenis mobil prototype mobil hemat energi.
3. Penelitian ini memvariasikan 3 kecepatan angin jenis desain prototype mobil hemat energi.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui koefisien drag bodi mobil hemat energi.
2. Untuk menganalisa koefisien drag bodi mobil hemat energi.
3. Untuk mengembangkan prototype mobil hemat energi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Meningkatkan kualitas penelitian dan penulisan tentang eksperimen aerodinamika prototype mobil hemat energi.
2. Dapat menganalisa dan menghitung koefisien drag mobil hemat energi.
3. Dapat menambah ilmu pengetahuan tentang mobil hemat energi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Eksperimen

Dalam penelitian eksperimen peneliti harus menyusun variabel-variabel minimal satu hipotesis yang menyatakan hubungan sebab akibat diantara variabel-variabel yang terjadi. Variabel-variabel yang diteliti termasuk variabel bebas dan variabel terkait yang telah ditentukan secara tegas oleh peneliti sejak awal penelitian. Penelitian eksperimen adalah merupakan metode sistematis guna membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab akibat. Penelitian eksperimen merupakan metode ini dari model penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Dalam metode eksperimen, peneliti harus melakukan 3 persyaratan yaitu kegiatan mengontrol, kegiatan memanipulasi, dan observasi. Dalam penelitian eksperimen, peneliti membagi objek atau subjek yang diteliti menjadi 2 kelompok yaitu kelompok treatment yang mendapatkan perlakuan dari kelompok control yang tidak mendapatkan perlakuan. Penelitian eksperimen (Experimental Research) adalah suatu penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lainnya dalam kondisi yang terkontrol secara ketat. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan dengan melakukan manipulasi yang bertujuan mengetahui akibat manipulasi terhadap perilaku individu yang diamati. Secara umum penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian suatu treatment atau perlakuan terhadap subjek penelitian.

2.2. Aerodinamika

Aerodinamika diambil dari kata Aero dan Dinamika yang bisa diartikan udara dan perubahan gerak dan bisa juga ditarik sebuah pengertian yaitu suatu perubahan gerak dari suatu benda akibat dari hambatan udara ketika benda tersebut melaju dengan kencang. Benda yang dimaksud diatas dapat berupa kendaraan bermotor (motor, truk, bis, maupun motor) yang sangat terkait hubungannya dengan perkembangan aerodinamika sekarang ini. Adapun hal-hal yang berkaitan dengan aerodinamika adalah kecepatan kendaraan dan hambatan udara ketika kendaraan itu melaju. Aerodinamika berasal dari dua buah kata yaitu aero yang berarti bagian dari udara atau ilmu keudaraan dan dinamika yang

berarti cabang ilmu alam yang menyelidiki benda-benda bergerak serta gaya yang menyebabkan gerakan-gerakan tersebut. Aero berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara, dan Dinamika yang diartikan kekuatan atau tenaga. Jadi Aerodinamika dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan mengenai akibat-akibat yang ditimbulkan udara atau gas-gas lain yang bergerak.

2.3. Prototype

Prototype adalah proses pembuatan model sederhana software yang yang memungkinkan pengguna memiliki gambaran dasar tentang program serta melakukan pengujian awal. Prototype memberikan fasilitas bagi pengembang dan pemakai untuk saling berinteraksi selama proses pembuatan, sehingga pengembang dapat dengan mudah memodelkan perangkat lunak yang akan di buat.

2.4. Mobil Hemat Energi

Dalam perkembangan dunia teknologi otomotif mengalami kemajuan yang sangat pesat, bahkan dalam usaha memenuhi pengembangan teknologi otomotif terbaru yang hemat bahan bakar atau teknologi yang menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Ditjen Dikti) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menyelenggarakan Lomba IEMC "*Indonesia energy marathon challenge*" rancangan mobil hemat energi yang diajukan akan diuji oleh para ahli dari perguruan tinggi, instansi pemerintahan dan perusahaan swasta. Lomba ini memiliki tujuan untuk dapat mempercepat penguasaan teknologi otomotif terbaru di Indonesia sehingga akan muncul teknologi-teknologi terbaru di bidang otomotif yang nantinya akan dapat digunakan untuk mengurangi polusi udara serta hemat bahan bakar. Selain mobil hemat energi yang menggunakan sistem bahan bakar ada juga beberapa sistem mobil hemat energi lain yang dikembangkan di dunia antara lain:

2.4.1. Mobil Listrik

Mobil listrik adalah mobil yang di gerakan oleh satu atau lebih motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai yang dapat diisi ulang atau perangkat penyimpanan energi lainnya. Motor listrik member mobil listrik torsi yang instan serta menciptakan akselerasi yang kuat dan halus. Mobil listrik memiliki beberapa kelebihan yang potensial jika dibandingkan dengan

mobil bermesin pembakaran biasa. Yang paling utama adalah mobil listrik tidak menghasilkan emisi kendaraan bermotor. Selain itu, mobil jenis ini juga mengurangi emisi gas rumah kaca karena tidak membutuhkan bahan bakar fosil sebagai penggerak utamanya.

2.4.2. Mobil Tenaga Surya

Mobil tenaga surya adalah jenis kendaraan listrik yang menggunakan tenaga matahari sebagai sumber energinya. Energi matahari ditangkap dengan *panel cell surya* yang digunakan untuk menggerakkan motor listrik yang berfungsi untuk memutar roda.

2.4.3. Mobil *Fuel Cell*

Fuel Cell adalah alat yang mampu menghasilkan listrik arus searah. Alat ini terdiri dari dua buah elektroda, yaitu anoda dan katoda yang dipisahkan oleh sebuah membran *polymer* yang berfungsi sebagai elektrolit. Membran ini sangat tipis, ketebalannya hanya beberapa micrometer saja. Hidrogen dialirkan ke dalam *fuel cell* yaitu ke bagian anoda, sedang oksigen atau udara dialirkan ke bagian katoda, dengan adanya membran, maka gas hydrogen tidak akan bercampur dengan oksigen. Membran dilapisi oleh platina tipis yang berfungsi sebagai katalisator yang mampu memecah atom hidrogen menjadi electron dan proton.

Proton mengalir melalui membran, sedang elektron tidak dapat menembus, sehingga elektron akan menumpuk pada anoda, sedang pada katoda terjadi penumpukan ion bermuatan positif. Apabila anoda dan katoda dihubungkan dengan sebuah penghantar listrik, maka akan terjadi pengaliran elektron dari anoda ke katoda, sehingga terdapat arus listrik. Elektron yang mengalir ke katoda akan bereaksi dengan proton dan oksigen pada sisi katoda dan membentuk air. Untuk mengalirkan hidrogen, oksigen atau udara ke dalam *fuel cell*, maka lapisan luar dari *cell* ini dibuat dari lembaran *bipolar* yang diberi kanal-kanal untuk lewatnya gas maupun air pendingin agar temperatur *fuel cell* dapat selalu terkendali. Satu unit *fuel cell* tidak terlalu besar, tebalnya ada yang hanya 2 mm, untuk menghasilkan energi yang cukup, maka beberapa *fuel cell* harus ditumpuk menjadi satu disebut *fuel cell stack*.

Mobil ini menggunakan tenaga hidrogen yang ramah lingkungan. Gas buang hasil pembakaran hidrogen sama sekali tidak mencemari lingkungan.

Alasan kedua, karena secara alamiah hidrogen tersedia dalam jumlah besar jadi bisa dimanfaatkan dari generasi ke generasi.

2.4.4. Mobil *Hybrid*

Mobil *hybrid* menggunakan kombinasi dari motor listrik dan pembakaran dimensi, dengan memaksimalkan kekuatan dari kedua sumber daya tersebut disamping saling mengisi kekurangannya. Cara kerja dari mobil *hybrid* adalah mesin listrik dengan prinsip *regenerative* isi ulang (*recharging*) pada saat kendaraan sedang beroperasi, berbeda dengan mobil tenaga listrik penuh, mobil listrik tidak bisa mengisi ulang listriknya, jika listriknya habis, baterai harus di *charger* secara khusus dengan waktu 8 hingga 12 jam (untuk teknologi *charger onboard*). Khusus mesin *hybrid*, mesin listriknya bisa mengisi ulang ke baterai dengan memanfaatkan *kinetic energy* saat pengereman (*regenerative brakeing*).

Bahkan sebagian energi mesin dari mesin bensin/solar/*biofuel* (mesin konvensional) saat berjalan listriknya bisa disalurkan untuk mengisi baterai. Dengan sistem operasi seperti ini maka akan terjadi penghematan bahan bakar minyak (BBM). Di Kota Tokyo Jepang, truk dan bus sudah banyak yang memakai tenaga mesin sistem *hybrid* karena dinilai sangat hemat BBM dan mengurangi polusi udara.

Ditengah tingginya harga bahan bakar minyak didunia saat ini, solusi teknologi *hybrid* merupakan satu alternative yang menarik, khususnya bagi bangsa Indonesia. Pada sektor transportasi selain mengurangi polusi, teknologi *hybrid* juga dapat mengurangi pemakaian bahan bakar hingga separuhnya. Teknologi ini menggabungkan motor bensin dengan motor listrik dan juga berfungsi sebagai generator untuk mengisi ulang baterai, apabila kita membandingkan kendaraan bermesin *hybrid* dengan kendaraan bermesin bensin/diesel ada perbedaan yang mencolok yang dapat kita lihat langsung dari kedua jenis mesin kendaraan tersebut, mesin *hybrid* yang ada pada saat ini adalah mesin elektrik yang memiliki kumparan tembaga di dalamnya, kumparan ini dililitkan ke campuran besi khusus sehingga pada waktu kumparan ini dialiri muatan atau arus listrik, besi tersebut dapat berubah menjadi medan magnet sehingga dapat mempengaruhi perputaran benda lainnya yang terbuat dari besi. (Achmad Risa Harfit, 2013).

2.5. Teori Koefisien Drag

Koefisien Drag adalah bilangan yang menunjukkan besar kecilnya tahanan fluida yang diterima oleh suatu benda. Harga koefisien drag yang kecil menunjukkan hambatan fluida yang diterima benda saat berjalan adalah kecil, dan begitu juga sebaliknya. Besar kecilnya koefisien drag tergantung pada desain dan dimensi pada mobil. Jika koefisien drag pada mobil semakin kecil maka semakin hemat penggunaan bahan bakar. Dan jika semakin tinggi koefisien drag maka kecepatannya juga semakin tinggi sehingga mengakibatkan semakin sulit akselerasi dan akan menyebabkan banyaknya penggunaan bahan bakar.

2.6. Gaya

Gaya merupakan suatu kekuatan (tarikan atau dorongan) yang berakibat kepada benda tersebut, dengan seperti ini benda itu mengalami perubahan posisi (bergerak), atau berubah bentuk. Gaya juga bisa diartikan sebagai tarikan atau dorongan yang ditujukan kepada sebuah benda dari benda lain. Contohnya pada suatu kegiatan atau permainan tarik tambang yang mampu membuat pelakunya untuk berpindah tempat. Gaya yang berupa suatu tarikan atau dorongan memiliki arah gaya. Tarikan mempunyai arah yang mendekati hewan, orang, atau benda yang menariknya. Sedangkan dorongan memiliki arah yang menjauhi orang, hewan, atau benda yang mendorongnya. Selain memiliki arah gaya, gaya juga mempunyai nilai, maka gaya merupakan besaran vektor.

Gaya, dalam ilmu fisika, bisa diartikan interaksi antar apapun yang dapat menyebabkan sebuah benda bermassa mengalami perubahan bentuk arah, baik dalam gerak, maupun konstruksi geometris. Kata lainnya, sebuah gaya bisa menyebabkan sebuah objek dengan berat massa tertentu untuk mengubah kecepatannya (termasuk untuk bergerak dari keadaan diam), berakselerasi, atau untuk terdeformasi. Gaya mempunyai besaran (magnitudo) dan arah, sehingga merupakan kuantitas vektor. Satuan SI yang berguna untuk mengukur gaya adalah Newton (dilambangkan dengan N). Gaya dapat dilambangkan dengan simbol F .

Hukum kedua Newton menyatakan bahwa gaya bersih yang bekerja pada suatu benda sama dengan kecepatan pada saat momentumnya berubah terhadap waktu. Jika massa objek konstan, maka hukum ini menyatakan bahwa percepatan

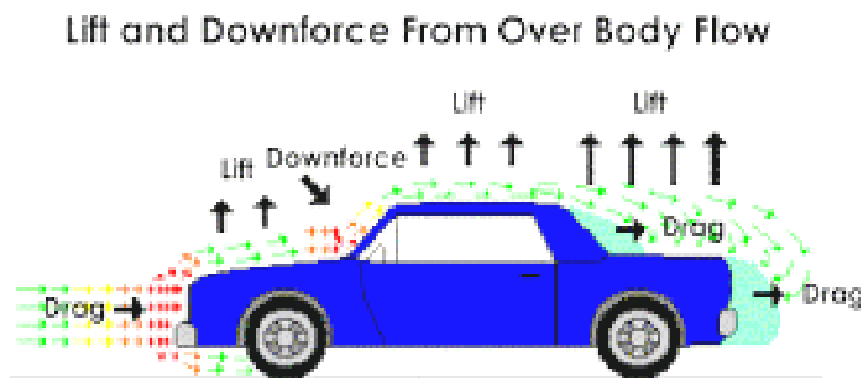
objek berbanding lurus dengan gaya yang bekerja pada objek dan arahnya juga searah dengan gaya tersebut, dinyatakan dengan, konsep yang berhubungan dengan gaya antara lain: gaya hambat, yang mengurangi kecepatan benda, torsi yang menyebabkan perubahan kecepatan rotasi benda.

Pada objek yang diperpanjang, setiap bagian benda menerima gaya, distribusi gaya ke setiap bagian ini disebut regangan. Tekanan merupakan regangan sederhana. Regangan biasanya menyebabkan deformasi pada benda padat, atau aliran pada benda cair.

2.7. Fenomena Aerodinamika Mobil

Pada dasarnya semua fenomena aerodinamis yang terjadi pada kendaraan mobil disebabkan adanya gerakan relatif dari udara disepanjang bentuk bodi mobil. *Streamline* adalah garis-garis yang dibuat sedemikian rupa di dalam medan kecepatan, sehingga setiap saat garis-garis tersebut akan searah dengan aliran disetiap titik di dalam medan aliran tersebut. Dengan demikian, *streamline* pada jarak jauh pada mobil akan membentuk pola yang sejajar dan tidak terganggu sedangkan *streamline* yang disekitar mobil akan mempunyai pola aliran yang sangat kompleks dikarenakan bentuk kendaraan itu sendiri sehingga disekeliling mobil akan terdapat daerah gangguan aliran udara. Dapat disimpulkan bahwa gerakan dari partikel yang terletak jauh dari kendaraan akan memiliki kecepatan relatif sama dengan kecepatan mobil. Sedangkan daerah gangguan disekeliling mobil memiliki kecepatan relatif dari partikel sangatlah bervariasi, lebih besar atau lebih kecil dari kecepatan aktual kendaraan. Seperti yang kita ketahui, pengujian berbagai koefisien drag yang berpengaruh pada aerodinamis mobil dapat dilakukan dengan melakukan metode eksperimen maupun dengan menggunakan metode komputasi dan simulasi numerik *computational fluid dynamic (CFD)*. Pengujian koefisien drag dengan menggunakan metode eksperimen dilakukan di dalam terowongan angin (*wind tunnel*) baik dalam ukuran kendaraan yang sebenarnya maupun dalam ukuran skala. Tetapi, pengujian dengan metode eksperimen ini membutuhkan waktu dan biaya yang sangat besar. Hal ini yang menjadi salah satu pemicu para desainer maupun industri untuk memanfaatkan metode komputasi dan simulasi numerik sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut dengan pertimbangan kecepatan

dalam memperoleh data koefisien drag dan rendahnya biaya yang harus dikeluarkan dibandingkan dengan menggunakan metode eksperimen. Suatu medan aliran yang mengalir melewati suatu profil bodi mengalami berbagai gaya-gaya tahanan aerodinamis, gaya-gaya tersebut berupa gaya *lift*, gaya *drag*, dan gaya *side*. Dalam aliran dua dimensi gaya yang bekerja dengan arah vertikal dan tegak lurus terhadap *freestream* adalah gaya *lift* sedangkan, gaya *drag* adalah gaya dengan garis kerja horizontal berlawanan arah dengan arah gerak mobil dan gaya *side* adalah gaya yang sejajar terhadap *freestream* dan jika aliran udara tidak sejajar dengan bidang simetris, kendaraan, pola aliran udara tidak akan simetris, hal ini menyebabkan timbulnya komponen gaya aerodinamik yang bekerja dalam bidang horizontal tapi dengan arah kanan terhadap gaya *drag* dan gaya *lift*. Gaya-gaya tersebut pada suatu profil bergantung pada distribusi tekanan di sepanjang permukaannya. Hal ini, berarti gaya-gaya aerodinamis sangat dipengaruhi oleh letak titik separasi pada bodi tersebut, besarnya gaya tahanan aerodinamika dan karakteristik aliran aerodinamika pada sekitar kendaraan mobil menyerupai dengan perbedaan bentuk pada bagian depan. Seperti pada gambar 2.1 dibawah ini:



(Sumber: <http://proyek-lebah.blogspot.com/2014/10/aerodinamika-pada-bodi-mobil.html?m=1>)

(Gambar 2.1. Percobaan Aerodinamika Prototype Pada Mobil Hemat Energi)

Penjumlahan antara tahanan aerodinamika dan perlawanan rolling disebut dengan beban jalan (*road load*). Mesin kendaraan harus secara terus-menerus menyediakan daya untuk mengatasi beban jalan tersebut. Daya tersebut

merupakan hasil perkalian dari beban jalan dengan kecepatan kendaraan variasi dari daya beban jalan terhadap kecepatan kendaraan untuk suatu kendaraan truk trailer (traktor-trailer truk).

Daya perlawanan rolling hampir-hampir linier terhadap kecepatan sedangkan daya tahanan aerodinamika bervariasi terhadap pangkat tiga kecepatan (koefisien drag mendekati konsta). Kurva perlawanan rolling dan kurva tahanan aerodinamika berpotongan (masing-masing berkontribusi sama pada beban jalan).

$$C_D = \frac{F_D \cdot 2g_c}{A \cdot r \cdot u_\infty^2} \quad (2.1)$$

Adapun tujuan praktis utama dari ilmu aerodinamika antara lain:

- Prediksi gaya dan moment, serta perpindahan kalor pada benda yang bergerak melalui suatu fluida (biasanya udara). Misalkan perhitungan *lift*, *drag* serta *thrust* pada pesawat terbang, perhitungan gaya yang diderita oleh gedung-gedung yang terkena angin kencang, turbin angin dan masih banyak lagi. Hal tersebut disebut *external aerodynamics*.
- Penentuan aliran melalui saluran tertutup. Seperti misalnya kecepatan, tekanan ataupun suhu aliran pada *exhaust* mesin jet, roket ataupun aliran didalam *wind tunnel*. Hal tersebut disebut *internal aerodynamics*.

Dapat dikatakan bahwa aerodinamika adalah ilmu yang relatif kompleks, sehingga dalam artikel ini hanya akan disebutkan hal-hal yang mendasari aerodinamika secara umum, kemudian persamaan yang digunakan adalah integral, diferensial dan vektor maka disarankan untuk menguasai kalkulus dan matematika teknik terlebih dahulu sebelum mendalami cabang ilmu ini, namun tentu saja yang paling penting untuk memahami aerodinamika adalah konsep dan arti fisis dari persamaan itu sendiri. Adapun pada akhirnya, persamaan-persamaan yang kompleks tersebut akan diselesaikan dengan menggunakan

komputer seperti *computational fluid dynamics (CFD)* dengan mudah, sehingga tidak perlu berkecil hati saat menemui kesulitan dalam mempelajari ilmu dasar aerodinamika.

Karena ilmu aerodinamika menggunakan alat berupa matematika untuk menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi, maka terdapat tiga hukum fisika utama yang berlaku pada ilmu aerodinamika, yaitu:

2.7.1. Hukum Kekekalan Massa

Karena bahasan aerodinamika adalah terkait dengan aliran fluida, maka hukum kekekalan massa disini berarti total massa yang masuk melalui suatu volume (misalkan pipa atau wadah) akan sama dengan total massa yang keluar melalui volume tersebut pada waktu yang sama. Adapun persamaan yang menunjukkan fenomena tersebut disebut persamaan kontinuitas.

Karena pada kasus-kasus aerodinamika yang sering terjadi dilapangan adalah aliran tunak (*steady*), serta terjadi pada luas permukaan *input* dan *output* tertentu (misalkan pipa, atau *wind tunnel*). Yang mana kedua sisi tersebut disebut *mass flow rate*, atau dengan kata lain *mass flow rate* udara masuk (1) akan sama dengan *mass flow rate* udara keluar (2).

2.7.2. Hukum Kekekalan Momentum

Hukum kekekalan momentum yang paling umum digunakan untuk kasus aliran fluida adalah hukum kedua newton, yaitu gaya adalah laju perubahan momentum. Yang mana perkalian antara $M.V$ adalah momentum. Kemudian hubungan diatas diturunkan kedalam bentuk dengan variabel-variabel aerodinamika yakni tekanan, massa jenis.

2.7.3. Hukum Kekekalan Energi

Energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, melainkan hanya dapat berubah ke bentuk lain” adalah bunyi hukum kekekalan energi secara umum. Adapun dalam aerodinamika, bentuk persamaan energi haruslah dalam bentuk variabel tekanan.

2.8. SolidWorks

SolidWorks adalah salah satu CAD software yang dibuat oleh dassault systems digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk

mempresentasikan part sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2D (drawing) untuk gambar proses permesinan. Solidwork diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti Pro/engineer, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, AutoCAD dan CATIA. Dengan harga yang lebih murah. solidWork corporation didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama , SolidWork 95, pada tahun 1995. Pada tahun 1997 Dassault Systemes, yang terkenal dengan Catia CAD software, mengakuisisi sisi perusahaan dan sekarang ini memiliki 100% dari saham SolidWorks. SolidWorks dipimpin oleh John McEleney dari tahun 2001 hingga juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh Jeff Ray. Saat ini banyak industri manufaktur yang sudah memakai software ini, menurut informasi wiki, SolidWorks saat ini digunakan oleh lebih dari ¾ juta insinyur dan desainer lebih dari 80.000 perusahaan diseluruh dunia menggunakan SolidWorks. Kalau dulu orang familiar dengan AUTOCAD untuk desain perancangan gambar teknik seperti yang penulis alami tapi sekarang dengan mengenal SOLIDWORKS maka AUTOCAD sudah jarang saya pakai. Tapi itu tentunya tergantung kebutuhan masing-masing.



Gambar 2.2. SolidWorks

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Adapun tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian Eksperimen Aerodinamika Prototype Mobil Hemat Energi ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No 3 Medan, 20238.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan dilakukan setelah mendapat persetujuan Judul Tugas Sarjana dari Dosen Pembimbing. Kemudian dilakukan Eksperimen Aerodinamika Prototype Mobil Hemat Energi dan pengambilan data dan akan dikerjakan selama kurang lebih 7 bulan sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)						
		Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus
1.	Pengajuan Judul	■						
2.	Studi Litelatur	■	■					
3.	Mempersiapkan Alat dan Bahan Pengujian			■				
4.	Pengujian Mobil Prototype Pada <i>Sub Sonic Wind Tunnel</i>				■			
5.	Rekapitulasi Data Pengujian					■		
6.	Hasil dan Pembahasan						■	
7.	Penyelesaian Skripsi		■	■	■	■	■	■

3.2. Bahan dan Alat

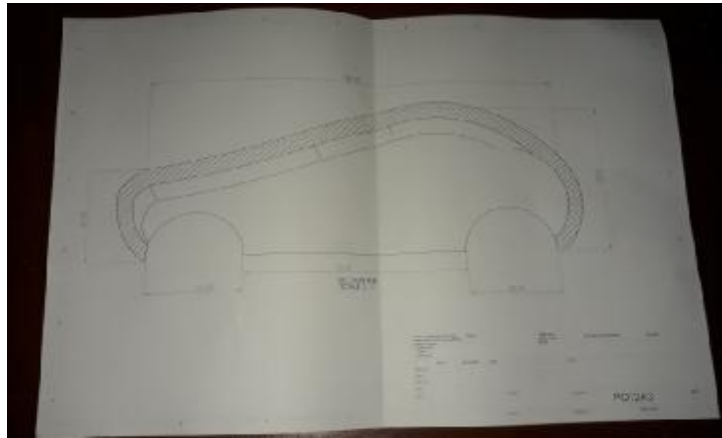
Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

3.2.1. Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan prototype terdiri dari:

1. Kertas A3

Kertas A3 berfungsi sebagai desain rancangan mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.1. dibawah ini:



Gambar 3.1. Kertas A3

2. Triplek

Triplek berfungsi sebagai mal dasar pembuatan mobil prototype mobil hemat energi, untuk meletakkan kertas milimeter sebagai bahan utama dudukan dan sebagai alas mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.2. dibawah ini:



Gambar 3.2. Triplek

3. Wrapping

Wrapping berfungsi sebagai pembungkus pertama mal mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.3. dibawah ini:



Gambar 3.3. Wrapping

4. Plastik Poto Copy

Plastik Poto Copy berfungsi sebagai pembungkus kedua mal mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.4. dibawah ini:



Gambar 3.4. Plastik Poto Copy

5. Plastik Kaca

Plastik Kaca berfungsi sebagai pembungkus ketiga mal mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.5. dibawah ini:



Gambar 3.5. Plastik Kaca

6. Serat *Fiber Glass*

Serat *Fiber Glass* berfungsi sebagai material komposit untuk pelapis bodi mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.6. dibawah ini:



Gambar 3.6. Serat *Fiber Glass*

7. Resin

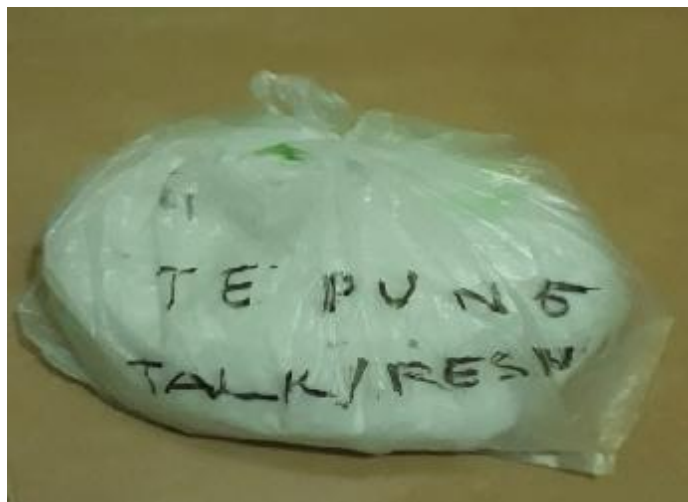
Resin berfungsi sebagai bahan perekat serat *fiber glass* untuk pembuatan bodi mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.7. dibawah ini:



Gambar 3.7. Resin

8. Tepung Resin

Tepung Resin berfungsi sebagai filler untuk resin sehingga bahan fiber lebih kokoh dan terlihat lebih mudah dibentuk dalam pembuatan bodi mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.8. dibawah ini:



Gambar 3.8. Tepung Resin

9. Katalis

Katalis berfungsi sebagai obat pengeras resin pada pembuatan bodi mobilprototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.9. dibawah ini:



Gambar 3.9. Katalis

10. *Mirror glaze*

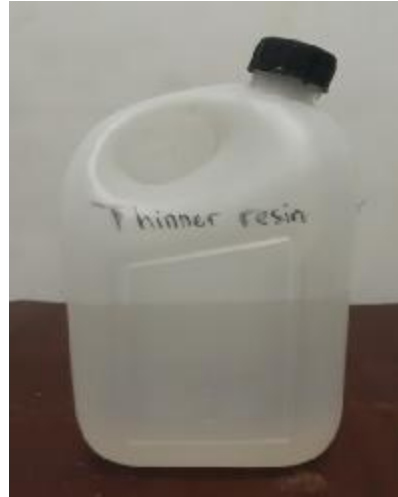
Mirror glaze berfungsi sebagai pelican agar benda kerja tidak lengket pada mal cetakan awal mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.10. dibawah ini:



Gambar 3.10. *Mirror Glaze*

11. Thinner Resin

Thinner Resin berfungsi sebagai mempermudah menghilangkan sisa-sisahan resin agar bersih. Seperti pada gambar 3.11. dibawah ini:



Gambar 3.11. Thinner Resin

12. Dempul

Dempul berfungsi sebagai pelapis untuk meratakan bodi hingga sesuai dengan bentuk yang diinginkan pada mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.12. dibawah ini:



Gambar 3.12. Dempul

13. Epoxy

Epoxy berfungsi untuk pengecatan awal dan agar menutupi pori-pori pada bagian bodi mobil prototype mobil hemat energi yang akan di cat. Seperti pada gambar 3.13. dibawah ini:



Gambar 3.13. Epoxy

14. Cat Hijau

Cat Hijau berfungsi untuk bahan pewarna 1 jenis mobil prototype mobil hemat energi, Seperti pada gambar 3.14. dibawah ini:



Gambar 3.14. Cat Hijau

15. Clear

Clear berfungsi untuk mengeluarkan warna asli dari cat, jadi lebih mengkilat pada bodi mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.15. dibawah ini:



Gambar 3.15. Clear

16. Cat Hitam

Cat Hitam berfungsi sebagai bahan pewarna ban mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.16. dibawah ini:



Gambar 3.16. Cat Hitam

17. Pipa Paralon

Pipa Paralon berfungsi sebagai tempat cetakan awal pada keempat roda mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.17. dibawah ini:



Gambar 3.17. Pipa Paralon

18. Selang *Infuse*

Selang *Infuse* berfungsi untuk tempat menghitung aerodinamis bodi prototype mobil hemat energi dengan bantuan etanol yang naik / turun ketika pengujian dilakukan. Seperti pada gambar 3.18. dibawah ini:



Gambar 3.18. Selang *Infuse*

19. Etanol

Etanol digunakan untuk bahan yang dimasukkan ke Selang Infuse. Seperti. pada gambar 3.19. dibawah ini:



Gambar 3.19. Etanol

20. Pewarna Makanan

Pewarna makanan digunakan untuk mewarnai etanol agar dapat dilihat oleh mata. Seperti pada gambar 3.20. dibawah ini:



Gambar 3.20. Pewarna Makanan

21. Kertas Millimeter

Kertas Milimeter digunakan sebagai tempat untuk melihat tahanan angin pada saat pengujian yang sedang dilaksanakan. Seperti pada gambar 3.21. dibawah ini:



Gambar 3.21. Kertas Millimeter

3.2.2. Alat

Alat yang akan digunakan dalam pembuatan prototype terdiri dari:

1. Laptop

Laptop berfungsi untuk menjalankan perintah membuka perangkat lunak solidworks 2014. Seperti pada gambar 3.22. dibawah ini:

Spesifikasi Laptop Keterangan :

1. Produk = Aspire E1-471
2. OS = Window 7 32-bit
3. Prosesor = Intel® Core™ i3-2348M M (2,3GHZ, 3MB L3 cache)
4. Grafis = Intel® HD Graphics 4000
5. Memori = 2 GB DDR3
6. Layar = 14.0" HD LED LCD (1366 × 768)



Gambar 3.22. Laptop

2. Perangkat Lunak *Solidworks* 2014

Perangkat Lunak *Solidworks* 2014 berfungsi untuk membuat rancangan desain mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.23. dibawah ini:

Spesifikasi minimum untuk menjalankan perangkat lunak *solidworks* 2014:

1. Prosesor Intel atau SSE2 support
2. Memori = 2 GB DDR3
3. Sistem Operasi Windows 7 32-bit



Gambar 3.23. Perangkat Lunak *Solidworks* 2014

3. Gunting

Gunting berfungsi untuk memotong kertas A3 desain rancangan mobil, serat *fiber glass*, kertas millimeter dan memotong bagian-bagian yang kurang rata pada bodi mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.24. dibawah ini:



Gambar 3.24. Gunting

4. Mata Gergaji Ukir

Mata Gergaji Ukir berfungsi untuk memotong triplek mal cetakan mobil. Seperti pada gambar 3.25. dibawah ini:



Gambar 3.25. Mata Gergaji Ukir

5. Gergaji Ukir

Gergaji Ukir berfungsi untuk mengergaji triplek dalam pembuatan mal mobil dan pembuatan dudukan mobil prototype mobil hemat energi dan manometer. Seperti pada gambar 3.26. dibawah ini:



Gambar 3.26. Gergaji Ukir

6. Martil

Martil berfungsi untuk memukul paku agar berlubang di cetakan mal mobil dan memasang klem kabel ke papan triplek. Seperti pada gambar 3.27. dibawah ini:



Gambar 3.27. Martil

7. Tang

Tang berfungsi untuk mengunci mata gergaji ukir dan membukanya. Seperti pada gambar 3.28. dibawah ini:



Gambar 3.28. Tang

8. Amplas

Amplas berfungsi untuk meratakan mal cetakan mobil serta merapikan bagian permukaan yang kurang rapi (tidak rapi) pada bodi mobil. Seperti pada gambar 3.29. dibawah ini:



Gambar 3.29. Amplas

9. Hair dryer

Hair Dryer berfungsi untuk memanaskan campuran resin dan katalis supaya cepat mengering serta untuk mempermudah pelekukan bagian bodi tertentu. Seperti pada gambar 3.30. dibawah ini:



Gambar 3.30. Hair Dryer

10. Wadah

Wadah berfungsi untuk mencampur resin dan katalis serta sebagai tempat mencampurkan etanol dan pewarna makanan. Seperti pada gambar 3.31. dibawah ini:



Gambar 3.31. Wadah

11. Kuas

Kuas berfungsi untuk meratakan mirror glass, campuran resin dan katalis pada cetakan. Seperti pada gambar 3.32. dibawah ini:



Gambar 3.32. Kuas

12. Pisau Karter

Pisau Karter berfungsi untuk memotong bagian permukaan atau sudut-sudut tertentu yang susah dijangkau. Seperti pada gambar 3.33. dibawah ini:



Gambar 3.33. Pisau Karter

13. Skrap Dempul

Sekrap berfungsi untuk mencampur dempul dengan obat dempul serta untuk meratakan hasil dempulan pada bodi mobil prototype, Seperti pada gambar 3.34. dibawah ini:



Gambar 3.34. Skrap Dempul

14. Skrap Biasa

Skrap Biasa berfungsi sebagai menyekrap triplek agar bersih dan untuk membersihkan resin di mal mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.35. dibawah ini:



Gambar 3.35. Skrap Biasa

15. Timbangan digital

Timbangan digital berfungsi untuk menimbang resin tepung talk/resin dan katalis. Seperti pada gambar 3.36. dibawah ini:



Gambar 3.36. Timbangan Digital

16. Mata Gerinda Potong

Mata Gerinda berfungsi untuk memotong, meratakan dan merapikan permukaan mobil prototype. Seperti pada gambar 3.47. dibawah ini:



Gambar 3.37. Mata Gerinda Potong

17. Gerinda

Gerinda berfungsi untuk menggerinda benda kerja dengan permukaan rata dan lebar serta menyudut, Seperti pada gambar 3.38. dibawah ini:



Gambar 3.38. Gerinda

18. Mata Gerindra Kertas Pasir

Mata Gerindra Kertas Pasir berfungsi untuk meratakan bagian-bagian bodi bawah mobil prototype mobil hemat energi. Seperti gambar 3.39. dibawah ini:



Gambar 3.39. Mata Gerindra Kertas Pasir

19. Mata Bor Bulat

Mata Bor Bulat berfungsi untuk merapikan bagian-bagian lengkungan ke empat roda dan bagian-bagian tertentu pada mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.40. dibawah ini:



Gambar 3.40. Mata Bor Bulat

20. Mata Bor

Mata Bor berfungsi untuk melubangi papan triplek dudukan mobil prototype mobil hemat energi dan membuat lubang baut pada cetakan mobil. Seperti pada gambar 3.41. dibawah ini:



Gambar 3.41. Mata Bor

21. Bor

Bor berfungsi untuk pembuatan lubang baut pada cetakan mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.42. dibawah ini:



Gambar 3.42. Bor

22. Bor Restory

Bor Restory berfungsi untuk membuat lubang ban mobil prototype mobil hemat energi . Seperti pada gambar 3.43. dibawah ini:



Gambar 3.43. Bor Restory

23. Mata Bor Restory

Mata Bor Restory berfungsi untuk melubangi permukaan bagian roda menjadi oval pada mobil prototype mobil hemat energi. Seperti gambar 3.44. dibawah ini:



Gambar 3.44. Mata Bor Restory

24. *Connector Infuse*

Connector infuse berfungsi sebagai tempat masuknya angin untuk mengukur tahanan angin pada Manometer U. Seperti pada gambar 3.45. dibawah ini:



Gambar 3.45. *Connector Infuse*

25. Klem Kabel

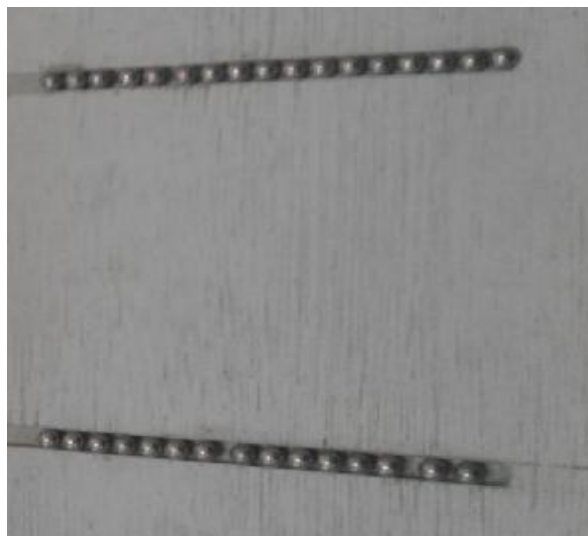
Klem kabel berfungsi sebagai bahan untuk meletakkan selang infuse pada manometer U. seperti gambar 3.46. dibawah ini:



Gambar 3.46. Klem Kabel

26. Bantalan

Bantalan berfungsi sebagai bahan untuk menggerakkan papan dudukan mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.47. dibawah ini:



Gambar 3.47. Bantalan

27. Baut

Baut berfungsi untuk memasang papanudukan mobil prototype mobil hemat energi dan tempat menggantung papan manometer U. Seperti pada gambar 3.48. dibawah ini:



Gambar 3.48. Baut

28. Mur

Mur berfungsi untuk menguatkan baut yang terpasang pada papanudukan mobil prototype mobil hemat energi dan tempat menggantung papan manometer U. Seperti pada gambar 3.49. dibawah ini:



Gambar 3.49. Mur

29. Obeng Positif

Obeng Positif berfungsi untuk memasang baut cetakan mobil dan dudukan mobil prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.50. dibawah ini:



Gambar 3.50. Obeng Positif

30. Kunci Pas

Kunci pas berfungsi untuk memasang mur. Seperti pada gambar 3.51. dibawah ini:



Gambar 3.51. Kunci Pas

31. Obeng Negatif

Obeng Negatif berfungsi untuk mencengkol cetakan mobil dari mal mobil. Seperti pada gambar 3.52. dibawah ini:



Gambar 3.52. Obeng Negatif

3.2.3. Alat Pengujian

Alat yang digunakan dalam melakukan eksperimen adalah sebagai berikut:

1. *Sub Sonic Wind Tunnel*

Sub Sonic Wind Tunnel adalah peralatan uji yang digunakan untuk menguji mobil prototype dengan kecepatan angin yang rendah maupun kecepatan angin yang tinggi, dimana objek yang diuji diletakkan dibagian tengah seksi uji, kemudian angin dialirkan dengan menggunakan kipas aksial dengan kecepatan bervariasi. Seperti pada gambar 3.53. dibawah ini:



Gambar 3.53. *Sub Sonic Wind Tunnel*

2. Blower (kipas)

Blower dipasangkan pada bagian belakang *Sub Sonic Wind Tunnel* untuk menghisap udara dari atmosfer dari bagian *Inlet Sub Sonic Wind Tunnel* ke dalam alat uji untuk mencoba aerodinamika pada prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 3.54. dibawah ini:



Gambar 3.54. Kipas

Keterangan:

1. Tipe = "*Centrifugal Air Blower 3*"
2. Daya, $P = 370 \text{ W}$
3. Tegangan, $V = 220 \text{ V}$
4. Putaran, $N = 2800 \text{ rpm}$
5. Kapasitas, $Q = 8,5 \text{ m}^3/\text{menit}$

3.Arduino

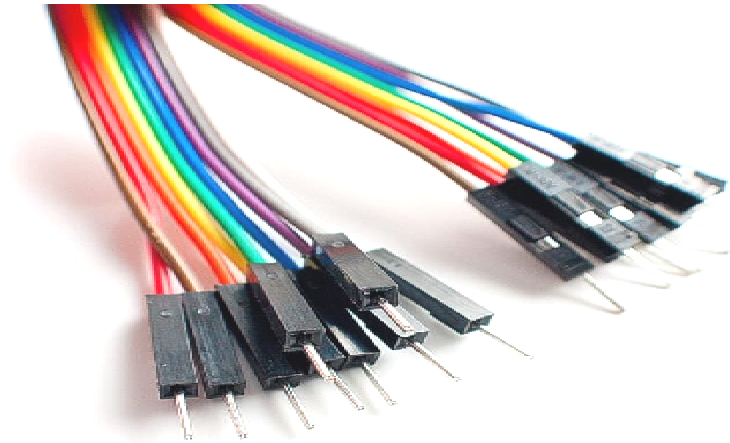
Arduino berfungsi sebagai pemrograman data untuk pemasangan sensor yang kemudian ditampilkan kedalam komputer. Seperti pada gambar 3.55. dibawah ini:



Gambar 3.55. Arduino

4. Kabel Jamper

Kabel jamper berfungsi menyambungkan komponen elektronik yang satu dengan yang lainnya pada saat pengujian di *Sub Sonic Wind Tunnel*. Seperti pada gambar 3.56. dibawah ini:



Gambar 3.56. Kabel Jamper

5. Kabel USB

Kabel USB arduino berfungsi untuk membaca koneksi data ke laptop. Seperti pada gambar 3.57. dibawah ini:



Gambar 3.57. Kabel USB Arduino

6. *Hot Wire Anemometer*

Hot Wire Anemometer dipasangkan dibagian atas alat uji *Sub Sonic Wind Tunnel*, *Hot Wire Anemometer* digunakan untuk mengukur kecepatan udara atmosfer yang masuk kedalam alat uji. Seperti pada gambar 3.58. dibawah ini:



Gambar 3.58. *Hot Wire Anemometer*

Keterangan:

1. Tipe = *Hot Wire Anemometer* 0,1-25M/S
2. Berat = 1,9 kg
3. SKU = KW0600653
4. Warna = Hitam

7. *Load Cell*

Load Cell berfungsi sebagai sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainnya yang bisa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Perubahan dari suatu sistem lainnya ini tidak langsung terjadi dalam dua tahap saja tetapi harus melalui tahap-tahap pengaturan mekanikal, kekuatan dan energi dapat merasakan perubahan kondisi dari baik menjadi kurang baik. Seperti pada gambar 3.59. dibawah ini:



Gambar 3.59. *Load Cell*

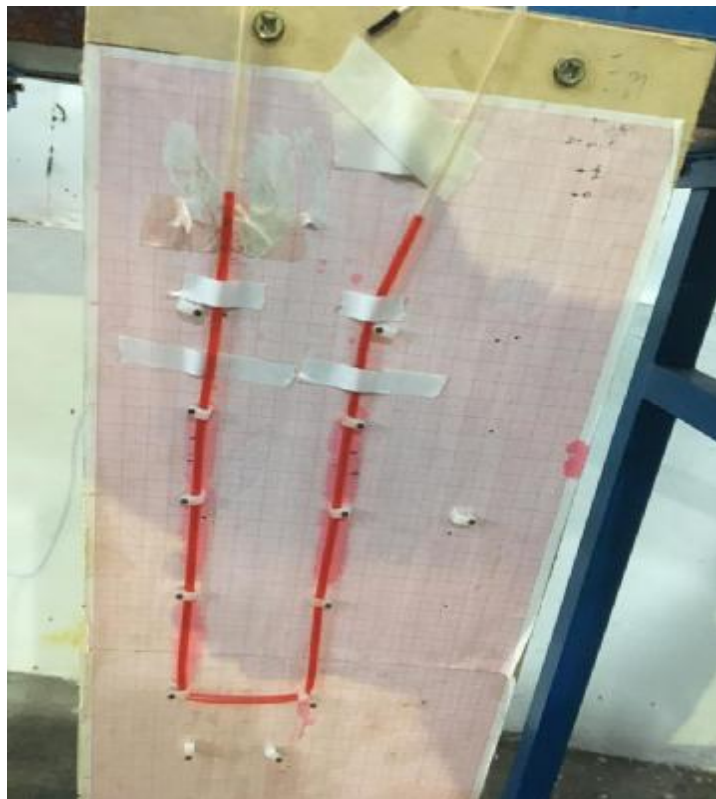
Keterangan:

1. *Rated load* = 1 kg
2. *Rated Output* = 1.0 / 0,15 mV

3. *Nonlinier* = 0,05 % F.s
4. *Hysteresis* = 0,03 % F.s
5. *Repeatability* = 0,03 % F.s
6. *Creep* = 0,1 % F.s
7. *Zero Balance* = 0,1000 mV
8. *Input Impedance* = 1115 / 10 %
9. *Output Impedance* = 1000 / 10 %
10. *Material* = Aluminium
11. *Protection* = IP65

8. Manometer Pipa U

Manometer Pipa U digunakan untuk mengukur *pressure* udara yang terjadi dalam ruang uji pada saat pengujian berlangsung. Manometer Pipa U dipasangkan tepat ditengah *Sub Sonic Wind Tunnel*. Seperti pada gambar 3.60. dibawah ini:



Gambar 3.60. Manometer Pipa U

9. Laptop

Laptop digunakan untuk menampilkan data yang dideteksi oleh program arduino, *load cell* dan *Hot Wire Anemometer*. Seperti pada gambar 3.61. dibawah ini:



Gambar 3.61. Laptop

Keterangan:

1. Produk = Aspire E1-471
2. OS = Window 7 32-bit
3. Prosesor = Intel® Core™ i3-2348M M (2,3GHZ, 3MB L3 cache)
4. Grafis = Intel® HD Graphics 4000
5. Memori = 2 GB DDR3
6. Layar = 14.0" HD LED LCD (1366 × 768)

7. Dinamo (Motor Penggerak)

Dinamo (Motor Penggerak) berfungsi merubah energi listrik menjadi energi gerak putar, yang akan memutar kipas dan akan menghasilkan angin. Seperti pada gambar 3.62. dibawah ini:



Gambar 3.62. Dinamo (Motor Penggerak)

Keterangan:

1. Type = JB / T 10391-2008

8. Inverter

Inverter berfungsi sebagai salah satu alat untuk mengubah arus AC ke DC untuk menyuplay listrik ke dinamo motor dengan arus DC, jadi alat ini aslinya mempunyai multi fungsi, merubah AC ke DC kemudian mengeluarkannya dengan arus AC kembali. Seperti pada gambar 3.63. dibawah ini:



Gambar 3.63. Inverter

Keterangan:

1. *Output Power* = 300 Watt
2. *Ac Output Voltage* = 220 V \pm 2%
3. *DC Input Voltage* = 12 Vdc
4. *Efficiency* = 85 %
5. *Output Frequency* = 50 Hz \pm 0,5%
6. *Dimension* (mm) = 260 x 130 x 83
7. *Net Weight* (kg) = 2,25

9. Dudukan Prototype Mobil

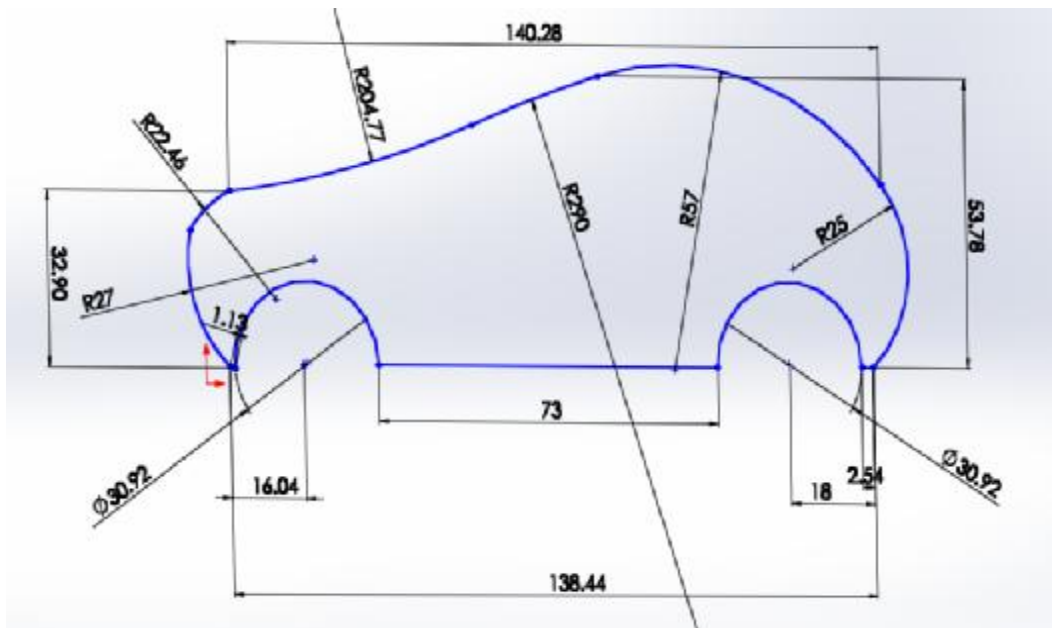
Dudukan Mobil Prototype berfungsi sebagai tempat dudukan mobil prototype pada saat pengujian berlangsung di bagian tengah seksi uji. Seperti pada gambar 3.64. dibawah ini:



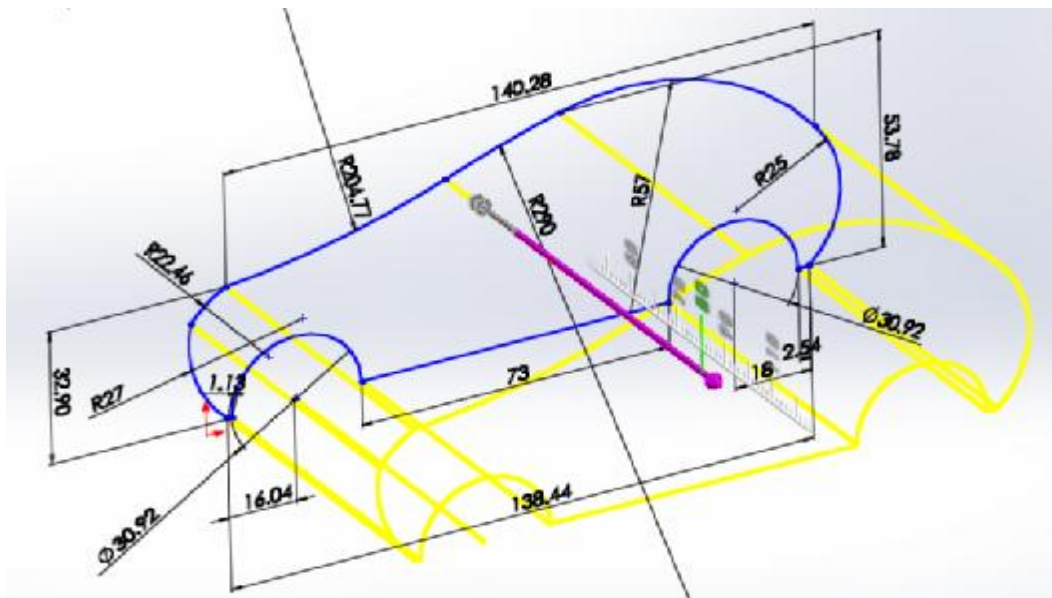
Gambar 3.64. Dudukan Prototype Mobil

3.3. Desain Mobil Yang Akan Diuji

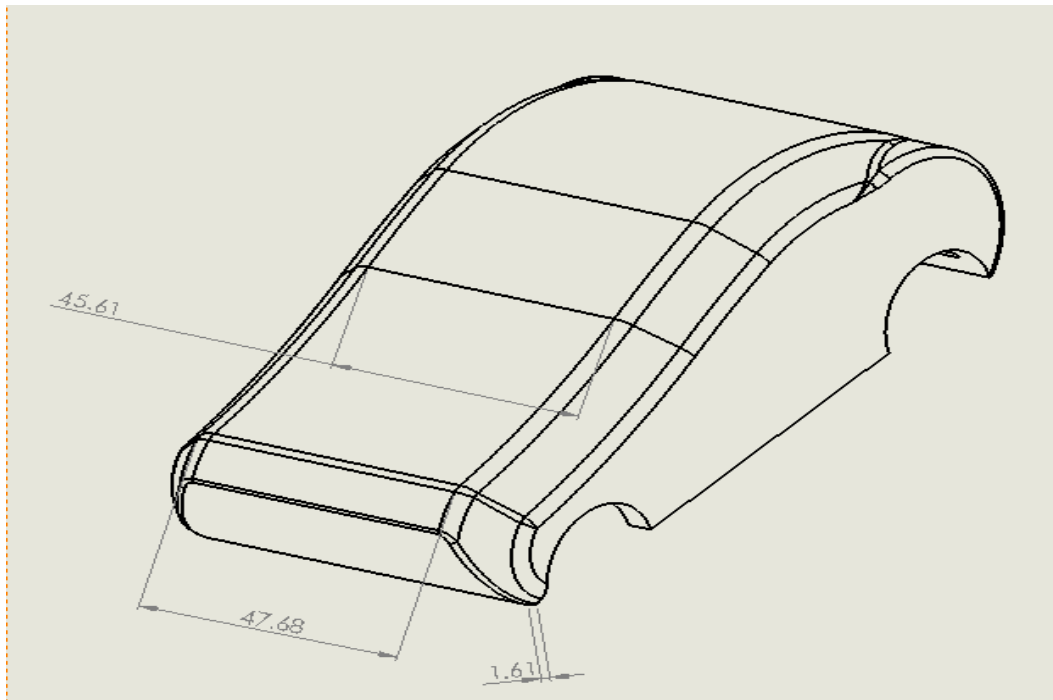
1. Desain mobil memiliki bagian depan lebih seperti oval dan bagian samping bawah memiliki bentuk yang agak menonjol keluar. Seperti pada gambar 3.65. dibawah ini:



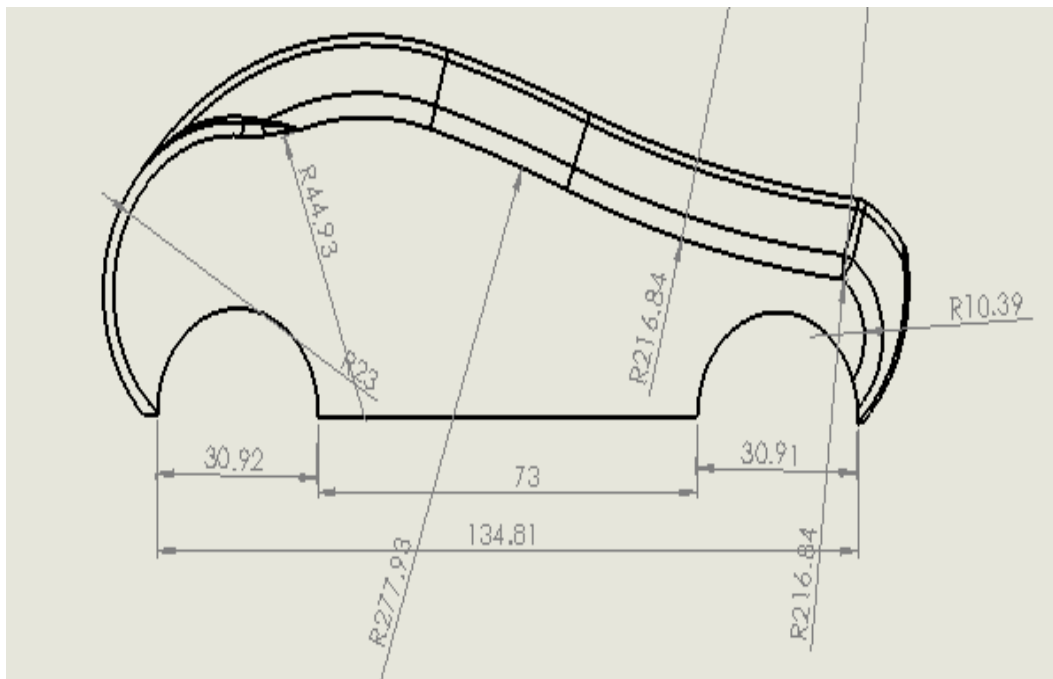
Gambar 3.65. Desain Mobil



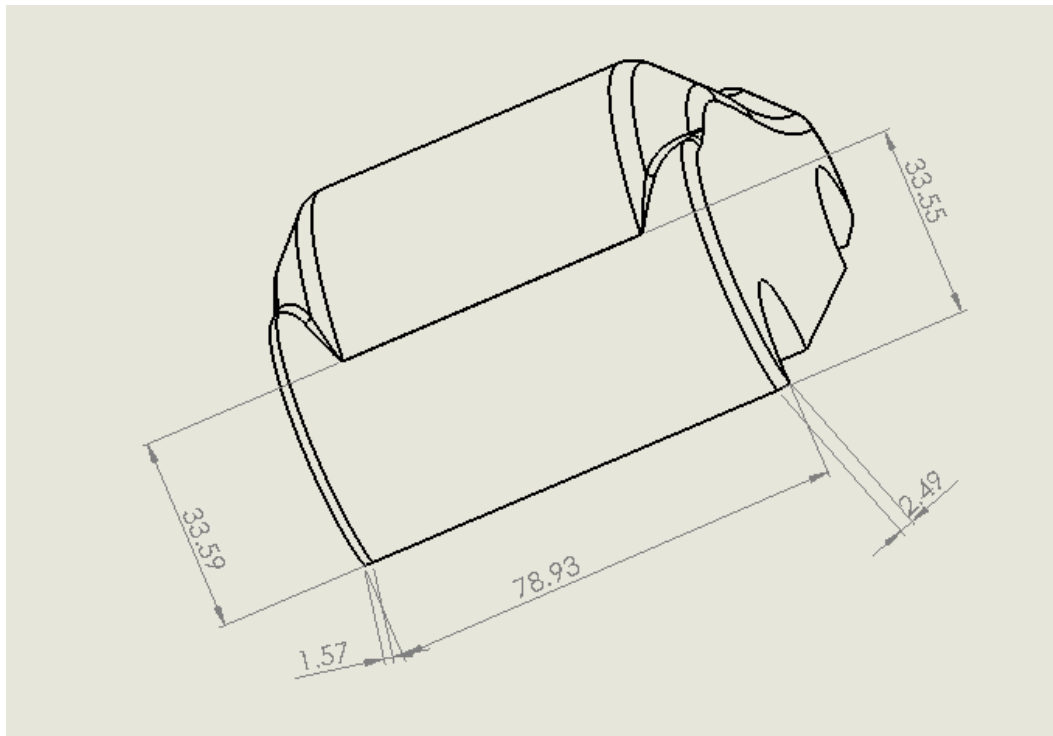
Gambar 3.66. Desain Mobil Penuh



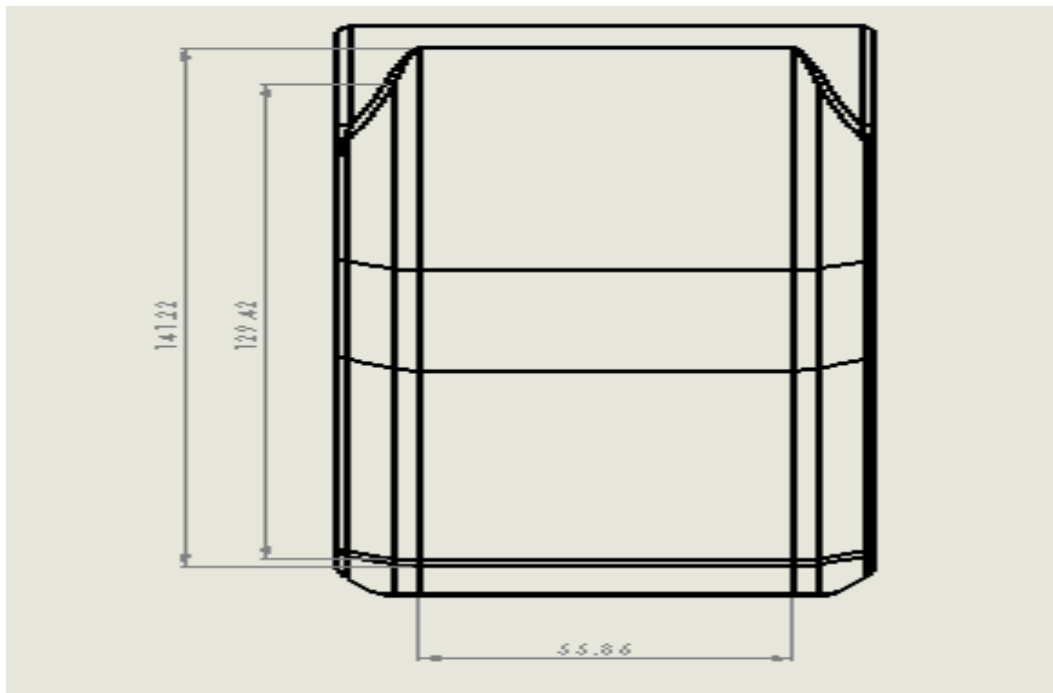
Gambar 3.67. Desain Mobil Depan



Gambar 3.68. Desain Mobil Samping

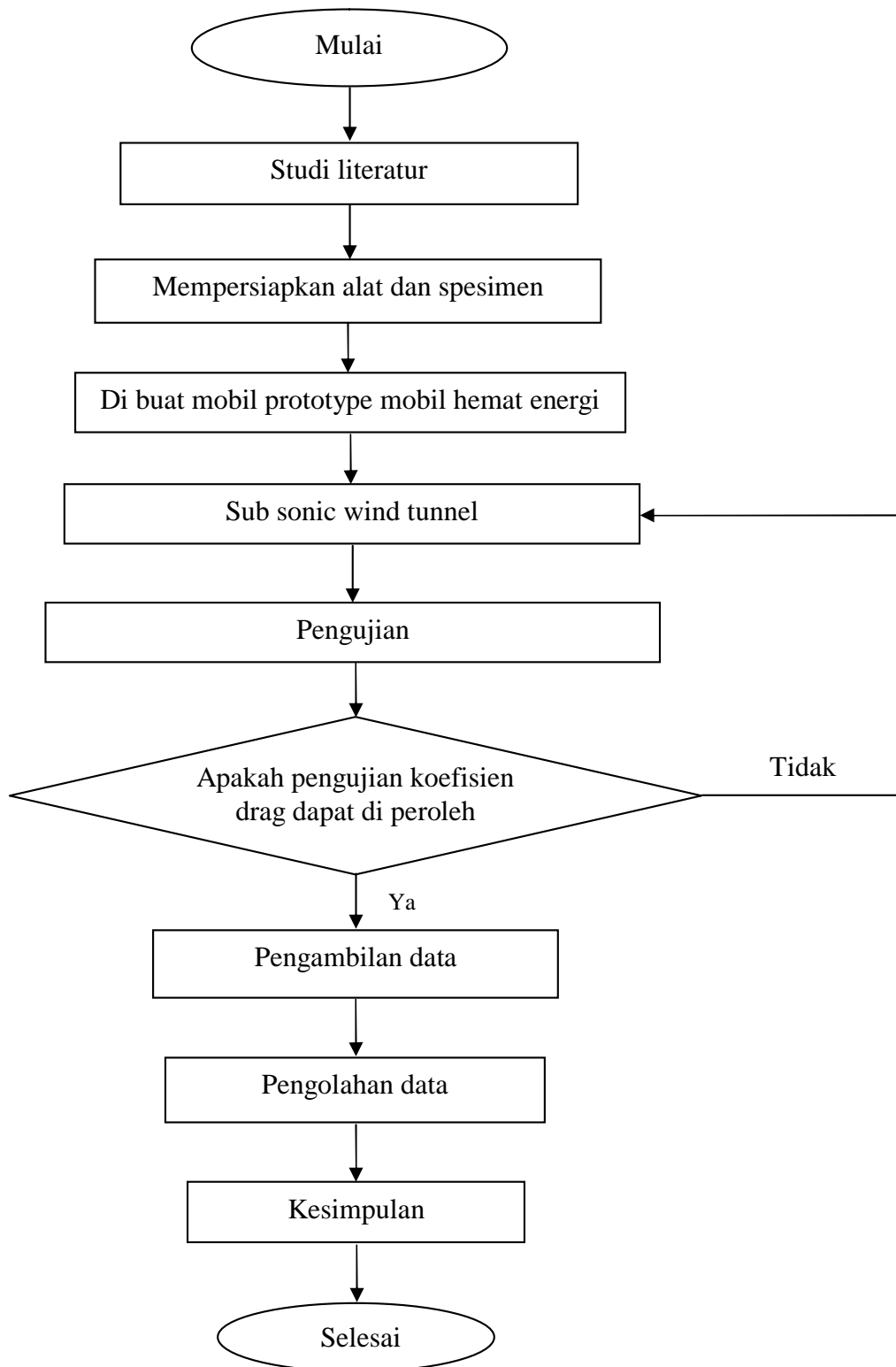


Gambar 3.69. Desain Mobil Belakang



Gambar 3.70. Desain Mobil Atas

3.4. Diagram Alir Analisa



Gambar 3.71. Diagram Alir Analisa

3.5. Rancangan Mendesain Mobil

Berikut ini adalah langkah-langkah rancangan mendesain mobil dengan menggunakan *software solidWorks* 2014 sebagai berikut:

1. Menyalakan komputer dan memilih *software solidWorks* 2014
2. Tampilan Awal *SolidWorks* 2014
3. Menu tampilan part desain
4. Menentukan sumbu benda kerja
5. Membuat desai mobil
6. Memberikan tebal pada mobil
7. Membentuk bodi sesuai geometri yang ditentukan
8. Membuat atas mobil
9. Memotong bodi samping
10. Memotong bodi mobil pada sisi berlawanan
11. Selesai

3.6. Pembuatan Mobil

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan mobil adalah sebagai berikut:

1. Memotong desain rancangan kertas A3 menggunakan gunting
2. Membuat mal dasar menggunakan triplek
3. Memotong triplek menggunakan gergaji ukir
4. Mengelem kertas desain rancangan
5. Melengketkan kertas desain rancangan yang sudah di lem ke triplek
6. Melubangi triplek yang sudah di lengketkan desain rancangan
7. Membuat sekatan mal menggunakan triplek
8. Membungkus mal mobil dengan plastik wrapping
9. Membuat pembatas dengan kertas
10. Mengoleskan mirror glaze ke mal mobil dengan kuas
11. Mencampur dan mengaduk resin dengan tepung talk/resin
12. Setelah resin dan tepung talk/resin teraduk rata lalu dicampur dengan katalis dan serat fiber glass

13. Membuat cetakan mobil, melengketkan serat fiber glass ke mal mobil, mengoleskan campuran resin, tepung talk/resin dan katalis menggunakan kuas ke seluruh permukaan mal mobil
14. Melengketkan kembali serat fiber glass ke mal mobil dengan mengoleskan kembali ke sebelah mal mobil campuran resin, tepung talk/resin dengan katalis
15. Mendempul cetakan mobil dan mengamplas cetakan mobil
16. Menggabungkan cetakan mobil
17. Mengoleskan mirror glaze ke cetakan mobil
18. Mencampur resin dengan tepung talk/resin, katalis dan serat fiber glass
19. Mendempul bodi mobil dan mengosok bodi mobil dengan kertas pasir
20. Membuat cetakan bodi bawah mobil dengan lilin plastisin
21. Mengoleskan mirror glaze ke cetakan bodi bawah mobil
22. Mencampurkan resin dengan tepung talk/resin, katalis dan serat fiber glass
23. Melengketkan serat fiber glass ke cetakan bodi bawah mobil dengan mengoleskan campuran resin, tepung talk/resin dan katalis ke cetakan bodi bawah mobil
24. Mengelem bodi bawah mobil ke bodi mobil
25. Membuat cetakan ban menggunakan pipa paralom dengan ukuran 3 cm dengan membuat campuran resin, tepung talk, katalis dan serat fiber glass.
26. Mencetak lubang roda mobil
27. Membuat lubang roda mobil
28. Memasang ban
29. Mengamplas bagian ban dan rantai mobil
30. Mengecat dasar rantai dan ban mobil
31. Mengecat dasar bodi dan ban mobil
32. Mengecat rantai dan ban mobil warna hitam
33. Mengecat bodi mobil warna hijau

34. Membuat kaca depan, samping dan belakang kemudian mengclear bodi, ban dan rantai mobil
35. Hasil pembuatan mobil prototype mobil hemat energi
36. Selesai

3.7. Langkah – Langkah Pengujian

Langkah - langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian prototype mobil hemat energi adalah prototype mobil hemat energi yang diletakkan diinstrumentasi pengujian, setelah itu instrumentasi serta prototype diletakkan ditengah wind tunnel kemudian kipas dihembuskan dengan kecepatan bervariasi, kemudian dari hasil pengujian di dapat FD (gaya seret), data FD (gaya seret) terlampir dalam bentuk excel plx-daq.

Langkah - langkah lengkap pengujian dapat dilihat pada bagian dibawah ini:

1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk pengujian.
2. Mempersiapkan spesimen yaitu prototype mobil hemat energi sebanyak 1 mobil.
3. Menyediakan arduino yang telah terpasang pada software.
4. Memasang dudukan prototype mobil ke *wind tunnel* yang akan di uji.
5. Memasang alat kecepatan angin (anemometer) pada *wind tunnel*.
6. Menghidupkan kipas dan mengatur kecepatan dengan kecepatan 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, pada inverter dan sekaligus melihat data dari arduino, *load cell*, anemometer dan manometer pipa U pada mobil prototype yang di uji pada satu spesimen.
7. Mengatur kecepatan pada kipas *wind tunnel* agar melihat hasil yang berbeda-beda.
8. Pengambilan data lalu matikan kipas dan melihat data dari arduino, *load cell*, anemometer, manometer U dan memcatat semua hasil data yang ada.
9. Pengolahan data, setelah melakukan pengujian sebanyak tiga kali, kita akan mendapat data yang benar dari setiap pengujian yang dilakukan, kemudian data tersebut kita hitung dengan rumus yang digunakan dalam pengujian.

Tabel 3.2. Data Pengujian

No	Kecepatan (m/s)	Manometer U (ΔH_m) (mm)	Temperatur ($^{\circ}C$)
1.			
2.			
3.			

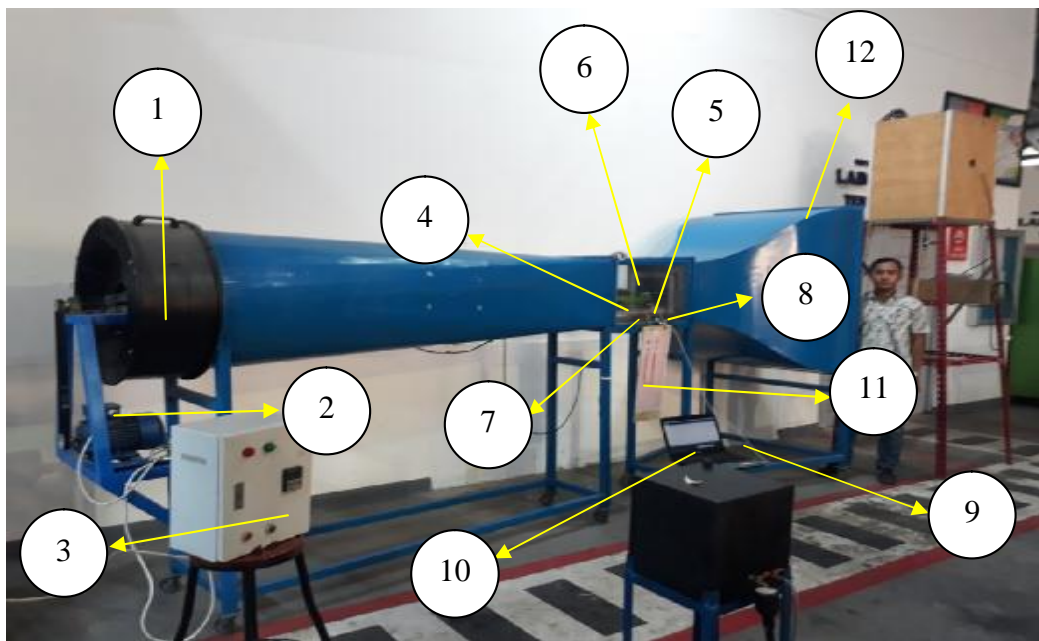
10. Mengeluarkan spesimen dari dalam *wind tunnel*.

11. Melihat semua hasil data yang telah di uji.

12. Selesai.

3.8. Experimental Setup

Rangkaian alat pengujian:



Gambar 4.29. *Sub Sonic Wind Tunnel*

Keterangan:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Kipas | 7. Kabel Jamper |
| 2. Motor Penggerak (Dinamo) | 8. Arduino |
| 3. Inverter | 9. Kabel USB Arduino |
| 4. Papan Dudukan Prototype | 10. Laptop |
| 5. <i>Load Cell</i> | 11. Manometer Pipa U |
| 6. Mobil Prototype Hemat Energi | 12. <i>Hot Wire Anemometer</i> |

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahap Mendesain Mobil

4.1.1. Menyalakan Komputer Dan Memilih *Software Solidworks* 2014

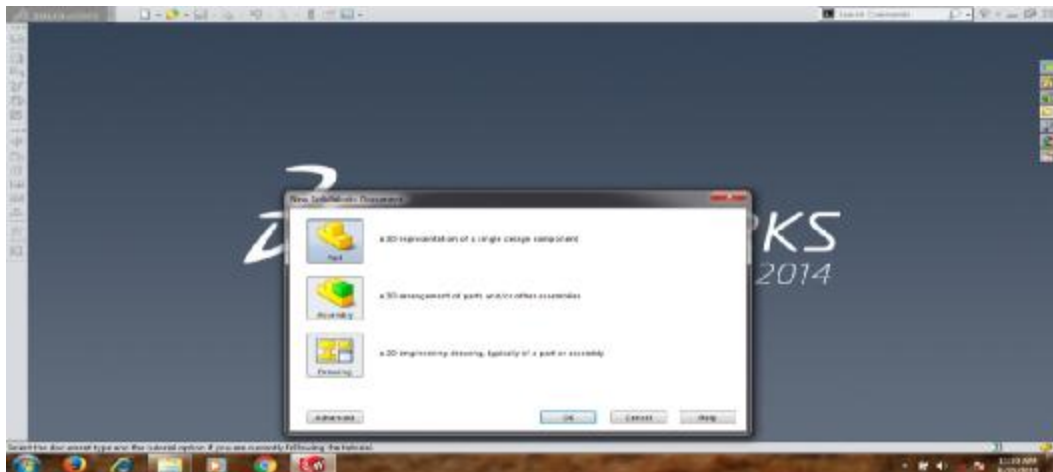
Sebelum memulai proses menggambar bahwasannya *software solidWoks* 2014 telah terinstal dikomputer atau laptop dan siap digunakan. Seperti pada gambar 4.1. dibawah ini:



Gambar 4.1. Tampilan Layar Komputer

4.1.2. Tampilan Awal SolidWorks 2014

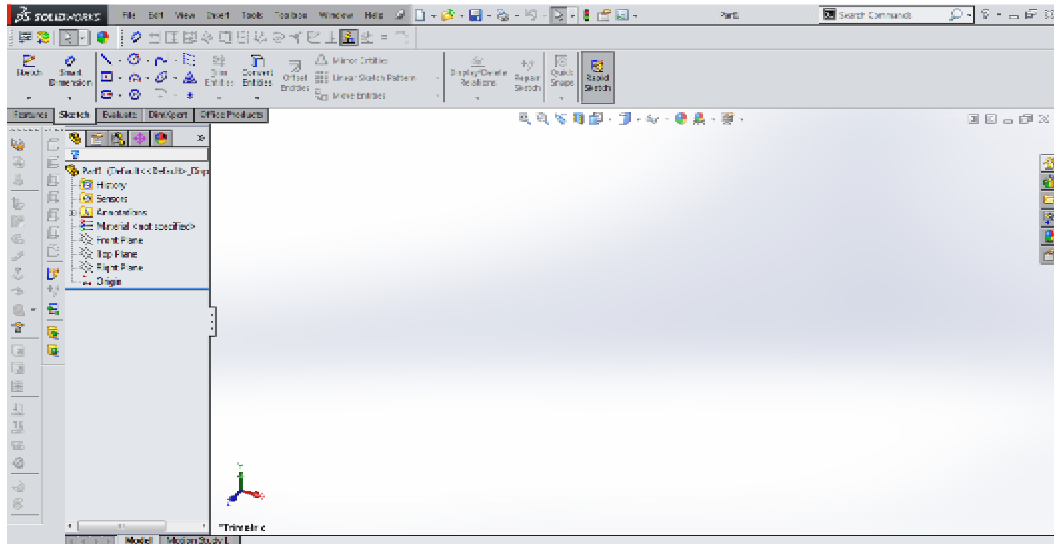
Buka "*Software SolidWorks* 2014" pada komputer pada tampilan ini kita pilih "*New Document*" kemudian pilih "*Part*" dan pilih "*OK*". Seperti pada gambar 4.2. dibawah ini:



Gambar 4.2. Tampilan Awal Solidworks 2014

4.1.3. Menu Tampilan Part Desain

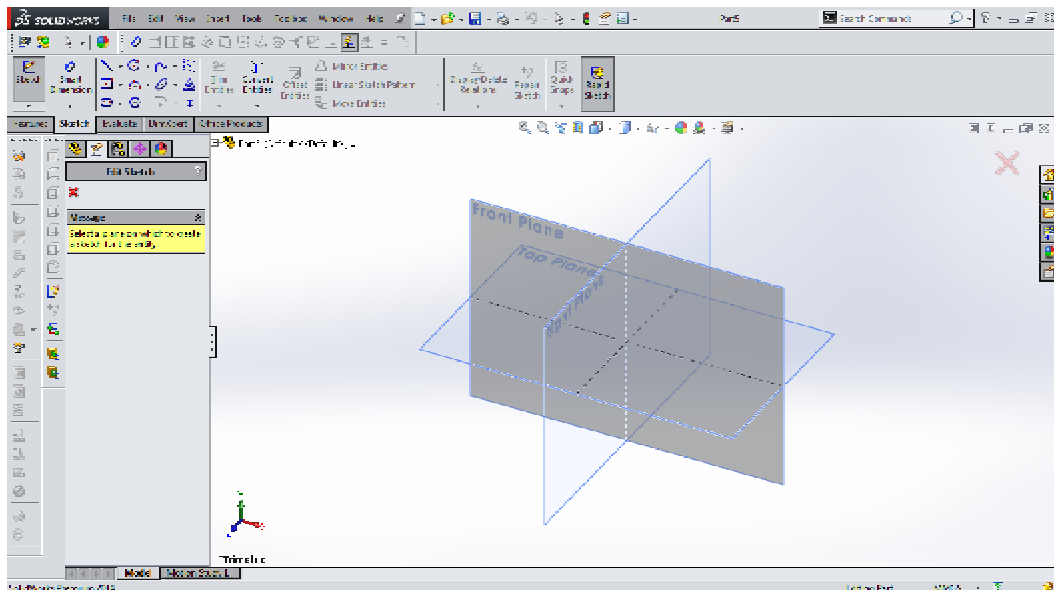
Menu awal part desain sebelum mendesain prototype mobil hemat energi. Seperti pada gambar 4.3. dibawah ini:



Gambar 4.3. Menu Tampilan Part Desain

4.1.4. Menentukan Sumbu Benda Kerja

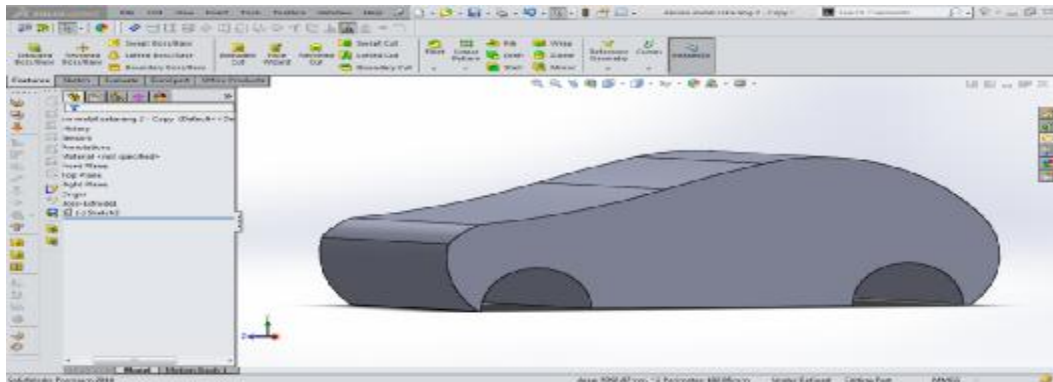
Pilih menu “Sketch” sumbu yang digunakan adalah sumbu “Front Plane” dan klik. Seperti pada gambar 4.4. dibawah ini:



Gambar 4.4. Menentukan Sumbu Benda Kerja

Tahap 3 Membentuk Bodi Sesuai Geometri Yang Ditentukan

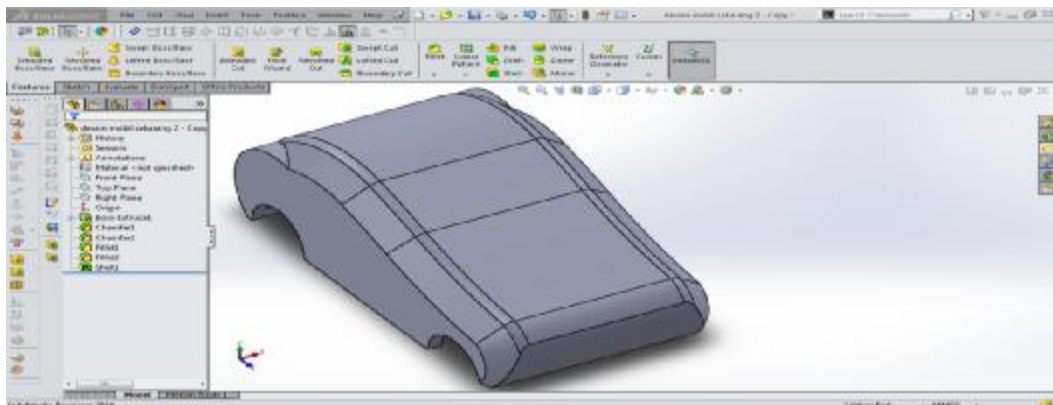
Membuat “Sketch” seperti gambar dibawah dengan menggunakan menu “Orientation” lalu pilih “Front (ctrl+I)” kemudian klik “Front Plane” lalu klik “Spline” setelah itu diberi radius pada “Sketch” dengan menggunakan “Features” pilih menu “Extruded Cut” lalu klik “Direction 1” pilih “Through All” klik tanda “Ceklis” sehingga “sketch akan berbentuk. Seperti pada gambar 4.7. dibawah ini:



Gambar 4.7. Membuat Radius Bodi Mobil

Tahap 4 Membuat Atas Mobil

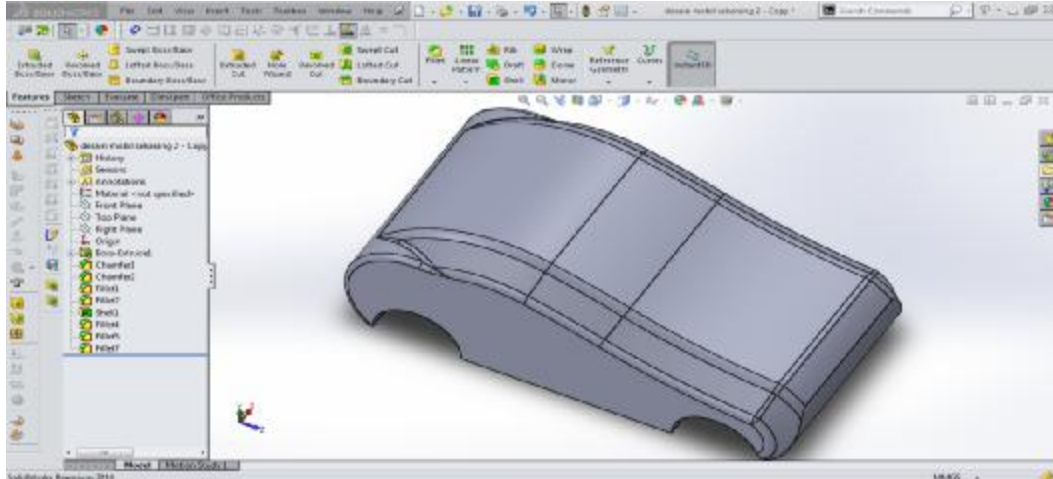
Membentuk bagian atas mobil dengan membuat “Sketch” pada gambar dibawah ini, kemudian itu menggunakan klik menu “Direction 1” pilih “Through All” lalu klik tanda “Ceklis” dan klik. Seperti pada gambar 4.8. dibawah ini:



Gambar 4.8. Membuat Atas Mobil

Tahap 5 Memotong Bodi Samping

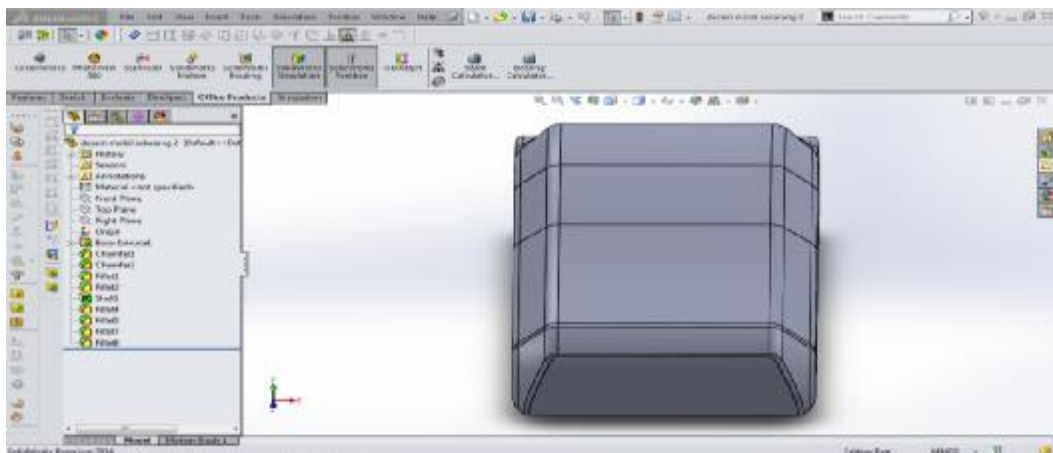
Membentuk bagian samping bodi mobil dengan mengklik bagian bodi menggunakan menu “*Features*” pilih “*Fillet*” dengan radius 10.00 mm. Seperti pada gambar 4.9. dibawah ini:



Gambar 4.9. Membentuk Bodi Samping

Tahap 6 Memotong Bodi Mobil Pada Sisi Berlawanan

Pada tahap ini menggunakan pilih menu “*Features*” lalu klik menu “*Mirror*” kemudian klik “*Features to Mirror*” hapus “*Fillet*” kemudian klik “*Bodies to Mirror*” lalu klik bodi kemudian klik “*Mirror Face/Plane*” lalu klik “*Part1*” lalu pilih “*Right Plane*” dan klik tanda “*Ceklis*”. Seperti pada gambar 4.10. dibawah ini:



Gambar 4.10. Memotong Bodi Mobil Pada Sisi Berlawanan

4.2. Tahap Membuat Mal Mobil

1. Setelah membuat desain mobil prototype mobil hemat energi, kemudian membuat mal mobil hemat energi dengan menggunakan papan triplek sesuai ukuran desain mobil yang telah dibuat. Seperti pada gambar 4.11. dibawah:



Gambar 4.11. Mal Mobil

2. Selanjutnya membuat sekatan mal mobil dengan menggunakan papan triplek sesuai dengan ukuran mal mobil yang telah dibuat. Seperti pada gambar 4.12. dibawah ini:



Gambar 4.12. Sekatan Mal Mobil

4.3. Tahapan Mencetak Mal Mobil

1. Membungkus mal mobil dengan plastik, setelah mal mobil selesai dibuat selanjutnya membungkus mal mobil dengan menggunakan 3 jenis plastik yang berbeda yaitu plastik wrapping, photocopy dan plastik kaca dan setelah selesai dibungkus dipanaskan menggunakan hair-dryer. Seperti pada gambar 4.13. dibawah :



Gambar 4.13. Membungkus Mal Dengan Plastik

2. Setelah mal dibungkus, kemudian mal mobil diberi pembatas dengan menggunakan kertas. Seperti pada gambar 4.14. dibawah ini:



Gambar 4.14. Pembatas Mal Mobil

3. Setelah diberi pembatas pada mal mobil, lalu dioleskan mirror glaze agar tidak lengket. Seperti pada gambar 4.15. dibawah ini:



Gambar 4.15. Mengoleskan Mirror Glaze

4. Resin dan tepung talk ditimbang kemudia keduanya dituang ke dalam wadah dan diaduk hingga rata. Setelah resin dan tepung talk teraduk rata kemudian tuangkan katalis kedalam adonan resin dan tepung talk. Seperti pada gambar 4.16. dibawah ini:



Gambar 4.16. Membuat Adonan Cetakan Mobil

5. Menuangkan adonan resi, tepung talk dan katalis pada mal mobil dengan dilapisi fiber glass terlebih dahulu agar mobil kuat dan tidak mudah retak. Seperti pada gambar 4.17. dibawah ini:



Gambar 4.17. Menuangkan Adonan Resin, Tepung Talk Dan Katalis

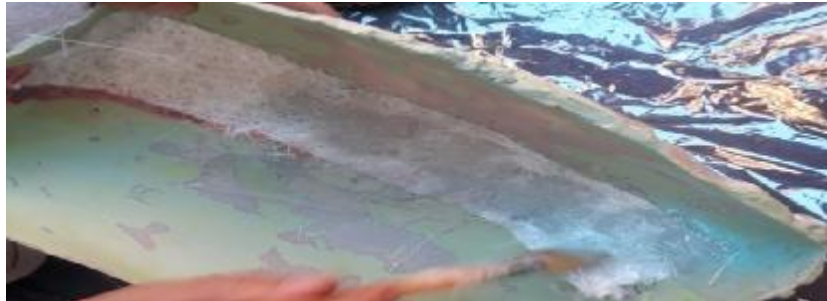
6. Setelah menjadi cetakan mobil, cetakan lalu didempul dan digosok agar terlihat rata. Seperti pada gambar 4.18. dibawah ini:



Gambar 4.18. Mendempul Dan Menggosok Cetakan Mobil

4.4. Membuat Bodi Mobil

1. Mengoleskan mirror glaze ke cetakan dan membuat adonan resin, tepung talk dan katalis dan merekatkan menggunakan fiber glass. Seperti pada gambar 4.19. dibawah ini:



Gambar 4.19. Membuat Bodi Mobil

2. Setelah bodi mobil kering, kemudian didempul dan digosok hingga rata. Seperti pada gambar 4.20. dibawah ini:



Gambar 4.20. Mendempul Dan Menggosok Bodi Mobil

3. Membuat lantai mobil dengan menungkan campuran adonan resin, tepung talk dan katalis dengan perekat fiber glass. Seperti pada gambar 4.21 dibawah ini:



Gambar 4.21. Membuat Lantai Bodi Mobil

- Menyatukan bodi mobil dengan lantai mobil dengan menggunakan campuran resin, tepung talk, katalis dan serat fiber glass. Seperti pada gambar 4.22. dibawah ini:



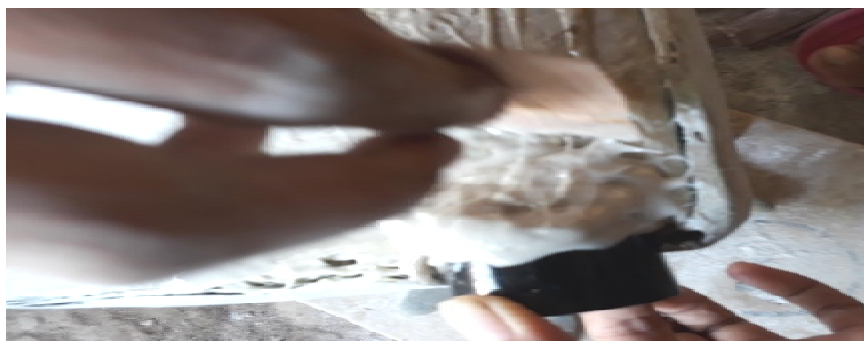
Gambar 4.22. Menyatukan Bodi dan Lantai Mobil

- Membuat empat ban mobil dengan menggunakan resin tepung talk, katalis dan serat fiber glass dan menggunakan pipa sebagai cetakan pembuatan ban mobil. Seperti pada gambar 4.23. dibawah ini:



Gambar 4.23. Pembuatan Ban Mobil

- Selanjutnya membuat lubang pada bagian ban yang akan dipasang kemudian memasang ban mobil. Seperti pada gambar 4.24. dibawah ini:



Gambar 4.24. Memasang Ban

4.5. Mengecat Mobil

1. Mengecat dasar mobil dengan cat poxy. Seperti pada gambar 4.25. dibawah ini:



Gambar 4.25. Mengecat Dasar Mobil

2. Mengecat bodi mobil dengan warna hijau. Seperti pada gambar 4.26. dibawah ini:



Gambar 4.26. Mengecat Bodi Mobil

3. Mengecat rantai bawah mobil. Seperti pada gambar 4.27. dibawah ini:



Gambar 4.27. Mengecat Rantai Bawah Mobil

4. Membuat kaca mobil depan samping, dan belakang. Lalu setelah itu mengclear mobil. Seperti pada gambar 4.28. dibawah ini:



Gambar 4.28. Finishing Mengecat Mobil

4.6. Hasil Data Pengujian

Setelah melakukan pengujian, adapun data yang telah diperoleh dari hasil pengujian sesuai dengan pembahasan dan tujuan pengujian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

4.6.1. Data Hasil Pengujian Mobil Prototype

Setelah dilakukan pengujian aerodinamis pada mobil prototype dengan 3 variasi angin yang berbeda dan selanjutnya pengolahan data dan dihitung dengan hasil. Semakin tinggi kecepatan angin semakin rendah koefisien drag. Pada kecepatan 2 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil prototype sebesar 0.061307, pada kecepatan 4 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil prototype sebesar 0.026427, dan pada kecepatan 6 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil prototype sebesar 0.010693. Hasil data koefisien drag pada tabel 4.1 dan gambar 4.29 grafik hasil koefisien drag mobil prototype dibawah ini:

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Koefisien Drag Mobil Prototype

CD	0.061307	0.026427	0.010693
FD (kg)	0.0018779	0.003238	0.002948
$2g_c$	2	2	2
A (m ²)	0.013	0.013	0.013
ρ (kg/m ³)	1.1781	1.1781	1.1781
u_∞ (m/s)	2	4	6
u_∞^2	4	16	36

$$CD = \frac{FD \cdot 2g_c}{A \cdot \rho \cdot u_\infty^2}$$

$$CD = \frac{0.0018779 \cdot 2}{0.013 \cdot 1.1781 \cdot 4}$$

$$CD = 0.061307$$

$$CD = \frac{FD \cdot 2gc}{A \cdot \rho \cdot u_{\infty}^2}$$

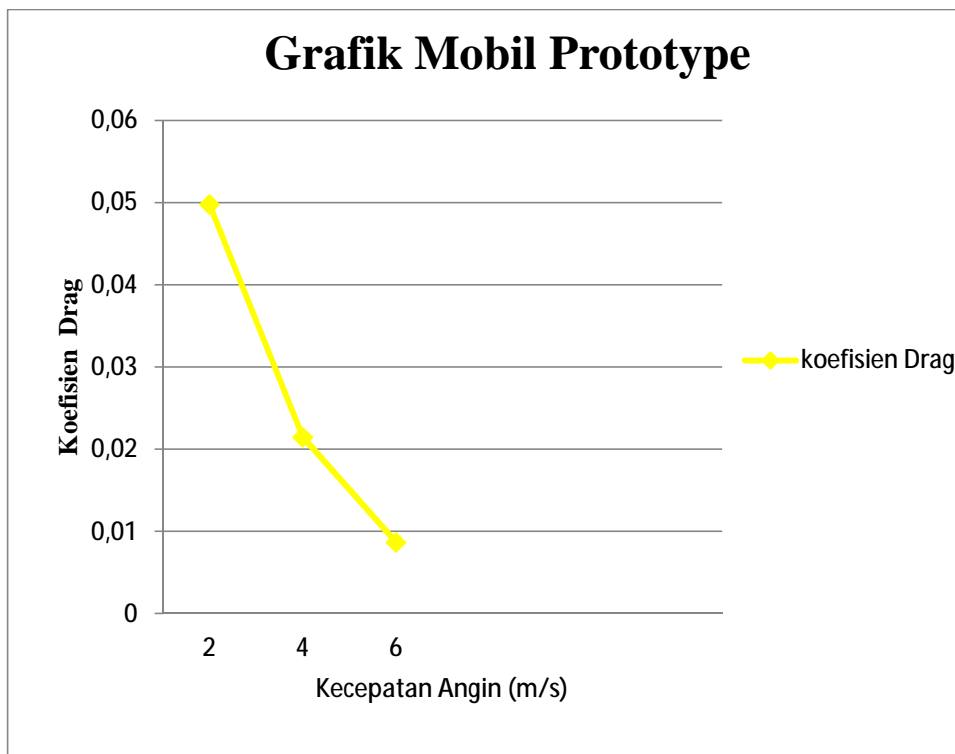
$$CD = \frac{0.003238.2}{0.013.1.1781.16}$$

$$CD = 0.026427$$

$$CD = \frac{FD \cdot 2gc}{A \cdot \rho \cdot u_{\infty}^2}$$

$$CD = \frac{0.002948.2}{0.013.1.1781.36}$$

$$CD = 0.010693$$



Gambar 4.29. Grafik Hasil Koefisien Drag

Dari gambar grafik 4.29. dapat dilihat kecepatan angin mempengaruhi koefisien drag, dimana semakin tinggi kecepatan angin maka semakin rendah koefisien drag. Hal ini dapat dilihat pada kecepatan angin 2 m/s dengan hasil koefisien drag pada mobil prototype sebesar 0.061307, pada kecepatan 4 m/s koefisien drag

yang terjadi pada mobil prototype sebesar , dan pada 0.026427, kecepatan 6 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil protoype sebesar 0.010693.

Perbedaan koefisien dari 3 kecepatan angin pada mobil prototype terlihat jelas bahwa pada kecepatan angin 2 m/s menghasilkan koefisien drag paling tinggi dibandingkan dengan 2 kecepatan angin lainnya. Sedangkan koefisien drag terendah adalah pada kecepatan angin 6 m/s ditunjukkan pada gambar 4.30. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka semakin rendah koefisien drag pada mobil prototype.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tugas sarjana yang telah dilakukan penulis, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi kecepatan angin maka koefisien drag semakin rendah pada mobil prototype. Dengan kecepatan 2 m/s kecepatan angin 2 m/s dengan hasil koefisien drag pada mobil prototype sebesar 0.061307, pada kecepatan 4 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil prototype sebesar 0.026427, dan pada kecepatan 6 m/s koefisien drag yang terjadi pada mobil prototype sebesar 0.010693.
2. Pada kecepatan 6 m/s memiliki koefisien drag yang paling rendah dibandingkan dengan kecepatan angin sebesar 2 m/s dan 4 m/s dengan nilai koefisien drag yang diperoleh dari kecepatan 6 m/s sebesar 0.010693, sehingga mobil prototype dengan kecepatan angin 6 m/s memiliki aerodinamis yang paling baik.

5.2. Saran

1. Pada penelitian selanjutnya agar mahasiswa dapat membuat desain mobil hemat energi yang terbaru dan menarik.
2. Sebaiknya pada saat pengujian koefisien drag semua alat untuk pengujian dipersiapkan dengan baik. dan saat menggunakan alat pengujian *Sub Sonic Wind Tunnel* dilakukan di ruangan tertutup agar udara atmosfer tidak mengganggu proses pengujian untuk pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi. S, (2019) *Analisa Numerik Tahanan Gesek Pada Prototype Mobil Hemat Energi (MHE)*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Achamd Risa, H. (2013) *Kajian Mobil Hybrid Dan Kebutuhannya Di Indonesia*. Laporan Tugas Akhir, Jakarta: Program Pasca Sarjana, Bidang Peminatan Manajemen Sistem Manufactur, Universitas Guna Darma.
- Abimanyu R, (2018), *Pembuatan Instrumen Pengujian Aerodinamis Pada Prototipe Mobil Hemat Energi*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Ahmad Yusuf, (2017), *Bab Pengertian Aerodinamika-PDF*. <http://proyek-lebah.blogspot.com/2014/10/9-aerodinamika-pada-bodi-mobil.html?m=1>. (9 Oktober 2014).
- Azqiara, (2018), *Pengertian Penelitian Eksperime Proses Serta Contohnya Terlengkap*. <http://seputarpengertian.blogspot.com/2017/09/5-pengertian-penelitian-eksperimen-serta-karakteristik.html?m=1>. (5 September 2017).
- Anisya, (2013), *Pengertian Prototype Dan Fungsinya, Contohnya*. <http://idasofia-belajarbersama.blogspot.com/2013/12/15-pengertian-prototype.html?>.(15Desember2013)
- Bambang. K, (2019) *Uji Eksperimental Tahanan Gesek Pada Mobil Hemat Energi (MHE)*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Joshua Sam Jon S^b,M.S.K, Tony Suryo Utomo (2017), *Analisa Aerodinaika Bodi Hemat Energi Antawirya Residual-Sat Dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Jefri Maulana. L, (2019) *Simulasi Numerik Kerugian Energi Pada Sambungan T Pada Pipa*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Made W, (2016), *Pengertian Aerodinamika Pada Mobil Hemat Energi*.
<http://purnamabgp.blogspot.com/2013/03/11,pengertianaerodinamika.html?m=1>. (11 Maret 2013).

Nurul Huda, (2016), *Analisa Aerodinamika Pada Mobil Bayu Surya Menggunakan CFD Pada Software Ansys 15.0*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Simulasi Eksperimen Aerodinamika Prototype Mobil Hemat Energi.

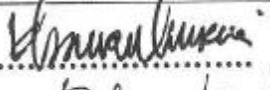
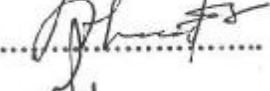
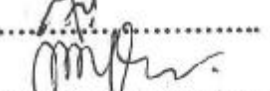
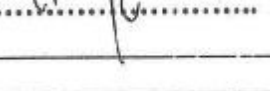
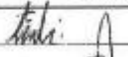

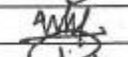
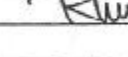
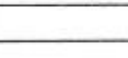
Nama : Rekumali
NPM : 1507230109

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	$\frac{28}{3}$ 2019	- Pembelian grafikasi tugas	h
	$\frac{24}{4}$ 2019	- Perbaiki Astar belakang	h
	$\frac{10}{5}$ 2019	- Perbaiki Angkasa putraka	h.
	$\frac{18}{6}$ 2019.	- perbaiki lagi format. - tambah isi Bab-2 Dan Bab-3.	} Af.
	$\frac{26}{6}$ 2019	- perbaiki - lanjutkan Bab-4	} Af.
	$\frac{27}{8}$ 2019	- lanjut ke Bab-5	} Af.
	$\frac{8}{109}$ 2019	- perbaiki kerangka	Af.
	$\frac{109}{9}$ 2019	- persiapkan seminar	Af.
	$\frac{10}{9}$ 2019	Ace, seminar	h.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Rekumali
 NPM : 1507230109 Aerodinamika
 Judul Tugas Akhir : Simulasi Ekspriment Aerodinimeter Prototype Mobil Hemat Energi.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T		: 
Pembimbing – II	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T		: 
Pemanding – I	: H,Muharnif.S.T.M.Sc		: 
Pemanding – II	: M.Yani.S.T.M.T		: 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230137	FAHKRUL ROZI	
2	1507230175	MAULANA SATRIO	
3	1407230197	RUDI RUGOWE	
4	1407230130	WAHYUDI PRANATA	
5	1507230109	REKUMALI	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 16 Muharram 1440 H
16 September 2019 M



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rekumali
NPM : 1507230109
Judul T.Akhir : ~~Analisa~~ Eksperiment ^{Aerodinamika} ~~Aerodinamika~~ Prototype Mobil Hemat Energi.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi.Srg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ③ Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
Lihat buku skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 16 Muharram 1440H
16 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Afandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

A handwritten signature in black ink, belonging to H.Muharnif.S.T.M.Sc., is written over the text "Dosen Pembanding- I".

H.Muharnif.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rekumali
NPM : 1507230109
Judul T.Akhir : ~~Sinopsis~~ ^{Aerodinamika} Eksperimen ~~terhadap~~ ^{terhadap} Prototype Mobil Hemat Energi.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi.Srg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. ✓ Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. ✓ Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Analisa pd skripsi bagian 2 yg harus di
revisi*

3. ✓ Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 16 Muharram 1440H
16 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II
[Signature]
M.Yani.S.T.M.T



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

menjawab surat ini agar dischutkan
ior dan langgelnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor 199/3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nana Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 13 Februari 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : **REKUMALI**
Npm : **1507230109**
Program Study : **TEHNIK MESIN**
Semester : **V111 (Delapan)**
Judul Tugas Akhir : **SIMULASI EKSPERIMEN AERODINAMIKA PROTOTYPE MOBIL HEMAT ENERGI.**

Pembimbing I : **KHAIRUL UMURANI ST.MT**
Pembimbing II : **AHMAD MARABDI SIREGAR ST.MT**

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan 08 Jumadil Akhir 1440 H
13 Februari 2019 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : REKUMALI
Npm : 1507230109
Tempat/ Tanggal Lahir : Bulu Cina, 31 Mei 1996
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Dusun 1 Emplasmen A
 Kecamatan : Hamparan Perak
 Kabupaten : Deli Serdang
 Provinsi : Sumatera Utara
 Kota : Medan
No. Hp : 085359139961
Email : rekumali02@gmail.com
Nama Orang Tua
 Ayah : RELI
 Ibu : KUSMAYATI

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

2002-2008 : SD NEGERI 106801 BULU CINA
2008-2011 : SMP SWASTA AMPERA BULU CINA
2011-2014 : SMK SWASTA PELITA BULU CINA
2015-2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara.