

TUGAS AKHIR

ANALISIS ALIRAN AERODINAMIKA PADA *SKATEBOARD* BERBASIS *SOFTWARE SOLIDWORK*

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

Disusun Oleh:

**MUHAMMAD FACHRI
1607230140**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Fachri
NPM : 1607230140
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Aliran Aerodinamika Pada *Skateboard* Berbasis
Software Solidwork
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, 24 Maret 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji




Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Peguji



Affandi, S.T., M.T

Dosen Penguji



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

Program Studi Teknik Mesin
Ketua



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Fachri
Tempat / Tanggal Lahir : Medan / 18 Juli 1998
NPM : 1607230140
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisis Aliran Aerodinamika Pada *Skateboard* Berbasis *Software Solidwork*”,

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, 30 Maret 2021
Saya yang menyatakan,



Muhammad Fachri

ABSTRAK

Pada penelitian ini desain bodi skateboard yang dirancang akan dibuat lebih efisien dari desain skateboard yang seperti biasa ditemui pada umumnya. Karena Seiring berjalannya waktu penelitian aerodinamika pada suatu bentuk kendaraan model dulu hingga sekarang mengalami penurunan nilai pada koefisien drag. Untuk mendapatkan penurunan nilai yang rendah tersebut maka dilakukan cara dengan mendesain bodi skateboard agar efisien sehingga mengarah pada penurunan tahanan hambatan dan mendapatkan hasil bentuk yang aerodinamis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suatu bentuk garis kecepatan, lintasan aliran, tahanan hambatan, dan tahanan koefisien yang diterima oleh bentuk skateboard. Penelitian analisis aliran aerodinamika pada skateboard ini dilakukan menggunakan suatu proses analisis yaitu simulasi aliran yang tersedia pada perangkat lunak Solidworks 2016. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dilihat dari bentuk garis kecepatan dan lintasan aliran hasil analisis diperoleh bahwa bentuk skateboard desain 2 memiliki pola aliran yang lebih lancar pada bagian papan atas dibandingkan jenis bentuk skateboard desain 1 yang menghasilkan putaran aliran balik pada bagian atas papan. Serta didukung oleh hasil perbandingan desain 1 dan desain 2 diambil data nilai yang paling tertinggi pada masing-masing desain dengan kecepatan 35 m/s dengan densitas fluida $1,225 \text{ kg/m}^3$ maka didapat nilai tahanan hambatan pada desain 1 adalah 10,94169313 N dan koefisien hambat nya $9,06215e^{-07}$ dan sedangkan pada desain 2 didapat nilai tahanan hambatan nya 6,642596152 N dan koefisien hambat nya $7,11141E^{-07}$, setelah mengetahui hasil dari simulasi tampak terlihat bahwa konsep pada desain kedua memiliki nilai yang lebih aerodinamis.

Kata Kunci: Kontur Kecepatan, Lintasan Aliran, Tahanan Hambatan, Koefisien Hambatan, Aerodinamis.

ABSTRACT

In this research, the body design of the skateboard that is designed will be made more efficient than the usual skateboard designs. Because as time goes by, aerodynamic research on a model vehicle has decreased the value of the coefficient drag. To get this low value reduction, a way is done by designing the skateboard body to be efficient so that it leads to a decrease in force drag and obtains an aerodynamic shape. This study aims to determine a form of contour velocity, flow trajectory, force drag, and coefficient drag accepted by the shape of a skateboard. Research on aerodynamic flow analysis on skateboards was carried out using an analytical process, namely the flow simulation available on Solidworks 2016 software. which is more streamlined at the top of the board than the body type skateboard design 1 which produces a backflow rotation at the top of the board. And supported by the results of the comparison of design 1 and design 2, the data of the highest value in each design with a speed of 35 m / s with a fluid density of 1.225 kg / m ³ is obtained, the value of force drag in design 1 is 10.94169313 N The coefficient drag is 9.06215e -07 and while in design 2 the force drag value is 6.642596152 N and the coefficient drag is 7.11141E-07, after knowing the results of the simulation it appears that the concept in the second design has a more aerodynamic value.

Keywords: Contour Velocity, Flow Trajectory, Force Drag, Coefficient Drag, and 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 “Analisis Aliran Aerodinamika Pada *Skateboard* Berbasis *Software Solidwork*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Dalam penulisan skripsi, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak M. Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
5. Ayahanda tercinta Muhammad Alfian dan Ibunda tercinta Sri Rezeki, abang dan adik kandung saya Muhammad Imam Nawawi, S.E dan Muhammad Fadli, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan kasih sayang, serta doa dan restu yang sangat bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teman-teman satu bimbingan saya Husni Mubarak, Galih Eka Darmawan, Bagas Adriansyah, dan Faisal Siregar yang telah banyak membantu dan mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan tugas akhir ini.

8. Sahabat terbaik saya, Muhammad Algi Fari, Iqbal Zhafran, Riza Fauzi Pratama, Dedek Irwansyah, Rahmad Husein, Mutya Fauziah, dan seluruh teman-teman seperjuangan di Teknik Mesin pagi 2016 dan Semua pihak yang telah membantu penulis dalam memberikan saran serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, tentunya hal ini tidak terlepas dari keterbatasan ilmu pengetahuan, pengalaman dan referensi. Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya dan juga dalam dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, 28 Desember 2020



Muhammad Fachri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
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. <i>Skateboard</i>	4
2.2. Aerodinamika	5
2.2.1. Penyebab Timbulnya Gaya Aerodinamika	6
2.3. Gaya Aerodinamika	7
2.3.1. Force Drag (Gaya Hambat)	8
2.3.2. Force Lift (Gaya Angkat)	8
2.4. Koefisien Aerodinamika	9
2.5. Bilangan Reynolds	10
2.6. Pengaruh Bentuk Permukaan	11
2.7. Computational Fluid Dynamics (CFD)	12
2.8. <i>Solidworks</i>	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.1.1. Tempat Penelitian	14
3.1.2. Waktu Penelitian	14
3.2. Alat dan Desain Penelitian	14
3.2.1. Alat	15
3.2.2. Desain	16
3.3. Rancangan Penelitian	17
3.4. Prosedur Penelitian	18
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Simulasi <i>Skateboard</i> Desain 1	32
4.1.1. <i>Cut Plot</i> Desain 1	32
4.1.2. Hasil Kontur Kecepatan <i>Skateboard</i> Desain 1	33

4.1.3.	<i>Flow Trajectories</i> Desain 1	35
4.1.4.	Hasil <i>Flow Trajectories Skateboard</i> Desain 1	36
4.1.5.	Data Hasil Simulasi Skateboard Desain 1	38
4.1.6.	Uji Eksperimen Cd Skateboard Desain 1	39
4.2	Hasil Simulasi <i>Skateboard</i> Desain 2	40
4.2.1.	<i>Cut Plot</i> Desain 2	40
4.2.2.	Hasil Kontur Kecepatan <i>Skateboard</i> Desain 2	41
4.2.3.	<i>Flow Trajectories</i> Desain 2	43
4.2.4.	Hasil <i>Flow Trajectories Skateboard</i> Desain 2	44
4.2.5.	Data Hasil Simulasi Skateboard Desain 2	46
4.2.6.	Uji Eksperimen Cd Skateboard Desain 2	46
4.3	Garafik Hasil Simulasi	47
4.3.1.	Grafik Hubungan Force Drag dan Kecepatan	47
4.3.2.	Grafik Hubungan Coefficient Drag dan Kecepatan	48
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1.	Kesimpulan	50
5.2.	Saran	51
	DAFTAR PUSTAKA	52
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kecepatan Fluida	3
Tabel 3.1. Jadwal Dan Pelaksanaan Penelitian	14
Tabel 3.2. Spesifikasi Laptop Yang Digunakan	15
Tabel 3.3. <i>Computational Domain Skateboard</i> Desain 1	22
Tabel 3.4. <i>Equation Goals</i> Desain 1	23
Tabel 3.5. <i>Computational Domain Skateboard</i> Desain 2	29
Tabel 3.6. <i>Equation Goals</i> Desain 2	30
Tabel 4.1. Data Hasil Simulasi Skateboard Desain 1	38
Tabel 4.2. Data Hasil Simulasi <i>Skateboard</i> Desain 2	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Aliran Eksternal Pada Body Mobil	5
Gambar 2.2.	Bentuk Aliran Aerodinamika	7
Gambar 2.3.	Koefisien drag berdasarkan bentuk dasar dan Reynold number	10
Gambar 2.4.	Bentuk Frontal Area Pada Benda Dan Koefisien Drag-Nya	11
Gambar 3.1.	Laptop	15
Gambar 3.2.	Perangkat Lunak Solidworks 2016	15
Gambar 3.3.	Desain <i>Skateboard 1</i> (Desain Standart)	16
Gambar 3.4.	Desain <i>Skateboard 2</i> (Desain Kelompok)	16
Gambar 3.5.	Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.6.	Skateboard Desain 1	18
Gambar 3.7.	<i>Wizard</i>	18
Gambar 3.8.	<i>Project Name</i>	19
Gambar 3.9.	<i>Unit System</i>	19
Gambar 3.10.	<i>Analysis Type</i>	20
Gambar 3.11.	<i>Default Fluid</i>	20
Gambar 3.12.	<i>Wall Condition</i>	21
Gambar 3.13.	<i>Initial And Ambient Conditions</i>	21
Gambar 3.14.	<i>Computational Domain</i>	22
Gambar 3.15.	<i>Goals</i>	22
Gambar 3.16.	<i>Mesh</i>	23
Gambar 3.17.	Proses <i>Running</i>	24
Gambar 3.18.	Skateboard Desain 2	25
Gambar 3.19.	<i>Wizard</i>	25
Gambar 3.20.	<i>Project Name</i>	26
Gambar 3.21.	<i>Unit System</i>	26
Gambar 3.22.	<i>Analysis Type</i>	27
Gambar 3.23.	<i>Default Fluid</i>	27
Gambar 3.24.	<i>Wall Condition</i>	28
Gambar 3.25.	<i>Initial And Ambient Conditions</i>	28
Gambar 3.26.	<i>Computational Domain</i>	29
Gambar 3.27.	<i>Goals</i>	29
Gambar 3.28.	<i>Mesh</i>	30
Gambar 3.29.	Proses <i>Running</i>	31
Gambar 4.1.	<i>Result Cut Plot</i>	32
Gambar 4.2.	Cut plot kontur pada kecepatan 5 m/s	33
Gambar 4.3.	Cut plot kontur pada kecepatan 15 m/s	33
Gambar 4.4.	Cut plot kontur pada kecepatan 25 m/s	34
Gambar 4.5.	Cut plot kontur pada kecepatan 35 m/s	34
Gambar 4.6.	<i>Result Flow Trajectories</i>	35
Gambar 4.7.	Flow trajectories pada kecepatan 5 m/s	36
Gambar 4.8.	Flow trajectories pada kecepatan 15 m/s	36
Gambar 4.9.	Flow trajectories pada kecepatan 25 m/s	37
Gambar 4.10.	Flow trajectories pada kecepatan 35 m/s	37
Gambar 4.11.	<i>Result cut plot</i>	40

Gambar 4.12	Cut plot kontur pada kecepatan 5 m/s	41
Gambar 4.13	Cut plot kontur pada kecepatan 15 m/s	41
Gambar 4.14	Cut plot kontur pada kecepatan 25 m/s	42
Gambar 4.15	Cut plot kontur pada kecepatan 35 m/s	42
Gambar 4.16	<i>Resault flow trajectories</i>	43
Gambar 4.17	Flow trejectories pada kecepatan 5 m/s	44
Gambar 4.18	Flow trejectories pada kecepatan 15 m/s	44
Gambar 4.19	Flow trejectories pada kecepatan 25 m/s	45
Gambar 4.20	Flow trejectories pada kecepatan 35 m/s	45
Gambar 4.21.	Grafik Force Drag Dan Kecepatan	48
Gambar 4.22.	Grafik Coefficient Drag Dan Kecepatan	48

DAFTAR NOTASI

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
C_l =	<i>coefisien lift</i>	
C_d =	<i>coefisien drag</i>	
F_l =	gaya lift	(N)
F_d =	gaya drag	(N)
ρ =	massa jenis fluida	(kg/m ³)
V =	kecepatan fluida	(m/s)
A =	Frontal Area	(mm ²)
Re =	<i>Bilangan Reynolds</i>	
ρ =	<i>Densitas fluida</i>	(Kg/m ³)
V =	<i>Kecepatan aliran fluida</i>	(m/s)
L =	<i>Panjang karakteristik yang diukur pada aliran</i>	(m)
μ =	<i>Viskositas fluida</i>	(kg/ms)

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dari dulu hingga sekarang permainan *skateboard* telah menjadi salah satu permainan olahraga kegemaran dikalangan anak muda. Ada beberapa hal yang menjadi faktor keinginan orang-orang ingin bermain skateboard yaitu diantaranya adalah bahwa permainan ini dapat menjadi salah satu bentuk atau wadah untuk mengekspresikan kebebasan dari pemain. Pemain dapat bebas melakukan bentuk gerakan atau pun trik apa saja dalam memainkannya. (Pramudya, 2016) Namun untuk melakukan gerakan atau trik tersebut itu juga kita harus didukung yaitu dengan adanya kecepatan, karena menurut (Jhon dan Utomo, 2017) “Tahanan Aerodinamika, dan gaya angkat aerodinamika memiliki pengaruh yang bermakna pada unjuk kecepatan sedang maupun tinggi suatu kendaraan pada saat meluncur.”

Seiring berjalannya waktu penelitian aerodinamika pada suatu body kendaraan model dulu hingga sekarang mengalami penurunan nilai pada coefficient drag. Untuk mendapatkan penurunan nilai yang rendah tersebut maka dilakukan cara dengan mendesain body agar streamline sehingga mengarah pada penurunan force drag dan mendapatkan bentuk yang aerodinamis. Semakin besar *frontal area* yang dijumpai pada suatu aliran maka akan tinggi pula hambatan udara yang akan diterima. Dan sebaliknya, semakin kecil frontal area yang ditemui pada suatu aliran maka akan rendah pula hambatan udara yang akan diterima. Bentuk bodi kendaraan yang aerodinamis merupakan salah satu langkah dalam meminimalisir besarnya koefisien hambat yang terjadi pada bodi kendaraan.

Metode yang digunakan untuk menganalisa aerodinamika suatu kendaraan salah satunya yaitu dengan menggunakan terowongan angin (*wind tunnel*). Pengujian aerodinamika dapat dilakukan dengan ukuran yang sebenarnya maupun dalam bentuk skala. Namun, pengujian dengan metode tersebut membutuhkan biaya relatif mahal dan waktu pengujian yang lama. Untuk itu dalam penelitian ini menggunakan software yang berbasis computational fluid dynamics (CFD) yang lebih efisien dalam segi biaya maupun waktu dan data pengujian yang diperoleh juga lebih akurat.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan diatas, pada penelitian ini penulis akan mendesain body skateboard yang dirancang sedemikian rupa tanpa menggunakan atau pun menambahkan serangkaian aksesoris untuk meminimalisir koefisien hambat. Menganalisis nilai *force drag* dan *coefficient drag* yang diterima dan membandingkan nya dengan bentuk skateboard bentukan *standart* yang sering dijumpai pada umumnya untuk mencari dan menentukan desain mana yang lebih aerodinamis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka dapat diambil rumusan masalah untuk penelitian ini yaitu, bagaimana karakteristik aliran fluida pada skateboard dan berapa besar nilai *force drag* serta *coefficient drag* yang diterima oleh skateboard.

1.3 Ruang Lingkup

Dalam pembuatan laporan tugas akhir ini ada terdapat batasan masalah yang akan membuat penelitian ini lebih terarah, adapun batasan masalah yang dimaksud adalah:

1. Desain bodi skateboard yang di uji simulasi adalah dengan konsep desain jenis standart dan desain bentuk rancangan kelompok penulis
2. Analisis pengujian pada saat melakukan simulasi tidak menggunakan metode eksperimen melainkan menggunakan metode komputasi berbasis *software solidworks 2016*
3. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik aliran fluida yang melintasi skateboard. Karakteristik aliran yang dimaksud adalah tampilan cut plot kontur *velocity*, *flow trajectories* dan mengetahui nilai *force drag* serta *coefficient drag* yang diterima pada tiap desain.
4. Aliran yang digunakan dalam simulasi yaitu stabil (*laminar*)
5. Aliran fluida yang digunakan dalam simulasi adalah fluida udara (*air*)
6. Memvariasikan data kecepatan *fluida* seperti yang ada pada tabel berikut:

Tabel 1.1 Kecepatan *Fluida*

Pengujian	<i>Velocity</i>
1	5 m/s
2	20 m/s
3	35 m/s
4	50 m/s

1.4 Tujuan Penelitian

Seperti yang sudah diuraikan pada latar belakang dan rumusan masalah sebelumnya maka adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan ini yaitu:

1. Menganalisis karakteristik aliran fluida yang terjadi pada skateboard.
2. Membandingkan hasil nilai *force drag* dan *coefficient drag* pada skateboard desain standart dengan skateboard desain kelompok dari penulis.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat serta berbagi informasi pada perkembangan jaman tentang desain bodi yang aerodinamis.
2. Sebagai literatur atau referensi tambahan materi dalam proses belajar mengajar karna dapat memberikan simulasi berupa gambar visualisasi aliran 3D menggunakan aplikasi solidwork mengenai aerodinamika.
3. Merupakan salah satu bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Skateboard

Skateboard sebagai salah satu olahraga *extreme* yang masuk dan berkembang di Indonesia, menjadi kegiatan yang memiliki daya tarik cukup besar bagi para remaja. Remaja yang notabene memiliki energi dan semangat tinggi, ditambah dengan rasa keingin tahun yang besar, tentunya tak lepas pula dari kecenderungan bertindak konsumtif merupakan satu komposisi yang mendukung bagi jalan masuk segala informasi dari berbagai sumber, salah satunya masuknya skateboard di Indonesia pada tahun 70-an.(Nurpramadya, dkk, 2012)

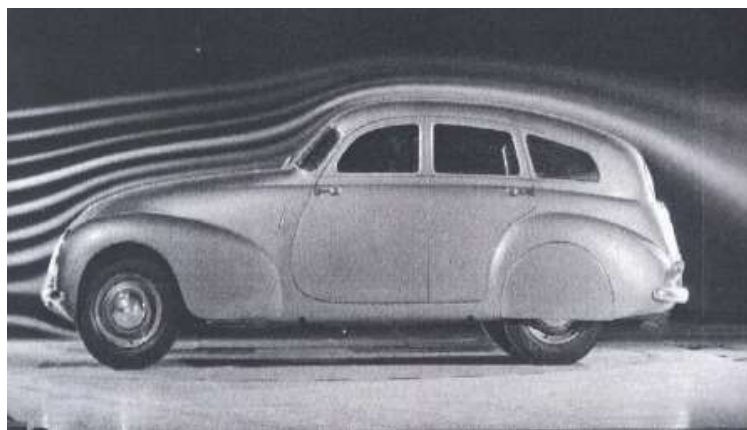
Pada umumnya, pengguna skateboard dapat dikategorikan kedalam dua kelompok. Kelompok pertama yaitu para pemain yang benar-benar mendalami olahraga skateboard, sehingga mereka mengambil jalur profesional dalam olahraga ini. Biasanya pemain yang termasuk kelompok ini sering mengikuti kejuaraan- kejuaraan skateboard yang diselenggarakan baik di tingkat nasional, maupun tingkat internasional. Kelompok ini tentu saja tidak sembarangan dalam memilih produk skateboard yang mereka gunakan. Skateboard tersebut haruslah berkualitas dan memenuhi standar produk skateboard yang dinilai sangat baik. Kelompok yang kedua yaitu para pemain yang menggunakan skateboard sebagai sarana semata-mata hanya sebagai hobi. Untuk kelompok ini, skateboard yang digunakan tidak harus memenuhi kualitas tinggi.(Kurniasih, 2013)

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki perkebunan terluas di dunia. Dari hasil pengolahan nya yang sangat berlimpah sekaligus turunannya yang juga bernilai jual tinggi. Namun sedangkan untuk sisa limbah nya masih termasuk kurang dalam pemanfaatannya.(Yani & Suroso, 2019). Salah satu cara untuk melakukan pemanfaatan limbah–limbah yang terbuang tersebut dapat dipergunakan untuk dijadikan bahan material komposit. Material komposit merupakan material yang terdiri dari dua atau lebih jenis yang berbeda dan memiliki karakteristik yang unggul dari tiap komponennya.(Mawardi dan Lubis, 2019)

2.2 Aerodinamika

Pada sejarah perang dunia ke 2 pentingnya aerodinamika saat itu berkaitan dengan roket dan penerbangan luar angkasa. Yang berkenaan dengan penerbangan supersonic dengan kecepatan tinggi telah menjadi menjadi fitur aerodinamika yang dominan. Saat itu ahli aerodinamika menanggapi keuntungan menggunakan bentuk yang ramping dan runcing sehingga mengurangi hambatan penerbangan supersonic. Lebih ramping dan runcing nya suatu bentuk maka semakin lemah gelombang kejut yang melekat pada bagian depan suatu kendaraan, dan karena nya lebih kecil hambatan gelombang. (Anderson, 1990)

Aerodinamika atau yang biasa dikenal juga dengan ilmu gaya gerak berasal dari Bahasa Yunani yaitu (*air*) yang artinya adalah udara dan *dynamic* yang artinya gaya gerak. Aerodinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang udara yang mengalir, yang biasanya dikaitkan dengan udara di atmosfer yang berkenaan dengan kajian pergerakan udara, khususnya ketika udara tersebut berinteraksi dengan benda padat. Aerodinamika adalah cabang dari ilmu dinamika fluida yang mana adalah cabang dari mekanika fluida. Aerodinamika termasuk salah satu ilmu yang memiliki dampak besar pada rekayasa otomotif modern yang berhubungan dengan pengaruh faktor eksternal pada objek yang diamati, serta bentuk objek untuk mencapai kinerja yang diinginkan. Kekuatan dan koefisien aerodinamika sangat mempengaruhi perilaku suatu kendaraan apapun itu saat melaju. (Hidayati, dkk 2017)



Gambar 2.1 Aliran eksternal pada body mobil (Selvaraju et al., 2015)

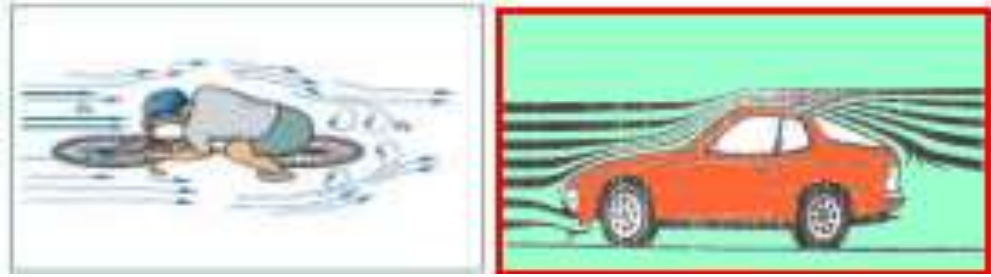
Gambar 2.1 menunjukkan garis aliran eksternal di sekitar kendaraan yang tidak bergerak. Saat kendaraan melaju di kecepatan yang tidak terdistribusi, efek viskos dalam fluida dibatasi pada lapisan tipis yang disebut lapisan batas. Aliran fluida ini memberikan gaya tekanan pada lapisan batas. Saat kendaraan mencapai bagian belakang kendaraan. Di dalam lapisan batas tersebut, terjadi pergerakan fluida sepenuhnya diatur oleh efek kental dari fluida. (Selvaraju et al., 2015)

Pada dasarnya semua fenomena aerodinamis yang terjadi pada kendaraan disebabkan adanya gerakan relative dari udara disepanjang bentuk body kendaraan tersebut. *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* akan membentuk pola aliran udara pada sekeliling mobil. *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 relative dari partikel sangatlah bervariasi, lebih besar atau lebih kecil dari kecepatan aktual kendaraan. (Atmika & Lokantara, 2010)

2.2.1 Penyebab Timbulnya Gaya Aerodinamis

Penyebab utama dari timbulnya gaya-gaya aerodinamis yang bekerja pada benda berasal dari 2 sumber dasar yaitu:

1. Adanya distribusi tekanan pada permukaan bodi kendaraan yang akan bekerja dari arah normal pada permukaan kendaraan
2. Adanya distribusi tegangan geser pada permukaan bodi kendaraan yang akan bekerja pada arah tangensial terhadap permukaan kendaraan.



Gambar 2.2 Bentuk Aliran Aerodinamika (Wiwik Sulistyono et al., 2013)

2.3 Gaya Aerodinamika

Suatu medan aliran yang mengalir melewati suatu profil body mengalami berbagai gaya-gaya tahanan aerodinamis. Dalam aliran dua dimensi gaya yang berkerja 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. Gaya-gaya tersebut pada suatu profil bergantung pada distribusi tekanan di sepanjang permukaannya. Hal ini berarti gaya-gaya aerodinamis sangat dipengaruhi oleh letak Panjang pada body tersebut. (Nofianto, 2014)

Menurut Sulistyono, Suatu benda yang terbenam dalam fluida yang bergerak, atau sebaliknya benda tersebut bergerak terhadap fluida yang diam, akan mengalami suatu gaya. Gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut sering disebut gaya Aerodinamika. Gaya-gaya Aerodinamika yang bekerja pada benda berasal dari 2 sumber dasar ialah distribusi tekanan dan tegangan geser pada permukaan. Komponen gaya yang searah dengan aliran datang disebut tahanan (drag) dan komponen gaya yang tegak lurus terhadap arah aliran datang disebut gaya angkat (lift). (Sulistyono et al., 2013)

Gaya aerodinamika merupakan gaya-gaya yang diterima pada suatu bodi kendaraan akibat fluida yang mengalir. Dengan adanya fluida yang mengalir di setiap permukaan maka mendapat gaya tekanan dan tegangan. Akibatnya gaya - gaya tersebut membentuk resultan gaya yang disebut gaya aerodinamika. Untuk resultan yang searah dengan aliran disebut gaya drag, sedangkan gaya yang tegak lurus aliran adalah gaya lift. (Anam, 2016).

2.3.1 Force Drag (Gaya Hambat)

Hambatan aerodinamik merupakan gaya seret yang bekerja parallel terhadap arah horizontal. dan berlawanan arah dengan arah gerak maju kendaraan. Gaya hambat atau yang disebut drag ini merupakan gaya yang menahan gerak benda. Besarnya gaya hambat (drag) untuk setiap bentuk kendaraan berbeda satu dengan yang lainnya, dan ini tergantung pada faktor koefisien drag atau CD serta luasan frontal area nya. Gaya hambat sendiri terdiri dari beberapa jenis gaya hambat yaitu hambatan bentuk dan hambatan pusar. Hambatan bentuk yaitu gaya hambat yang disebabkan oleh adanya gradien tekanan (pressure drag) dan adanya gesekan (friction drag). Sedangkan hambatan pusar terjadi dikarenakan adanya perbedaan tekanan antara bagian atas dan bagian bawah kendaraan sehingga menyebabkan timbulnya gerakan aliran udara dari permukaan bawah menuju ke permukaan atas kendaraan yang berupa pusaran (vortex). Adapun perumusan pada gaya hambat (*drag*) pada kendaraan yaitu (Ekoprianto, 2016):

$$Fd = \frac{1}{2} Cd \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A \quad (2.1)$$

Dimana: Cd = Koefisien Drag
 A = Luas Frontal Area (m^2)
 ρ = Densitas Udara (Kg/m^3)
 V = Kecepatan Fluida (m/s)

2.3.2 Force Lift (Gaya Angkat)

Pada mulanya gaya angkat ini tidak terlalu diperhatikan karena kecepatan tidak menimbulkan gaya angkat yang cukup berat, tetapi dengan kemajuan teknologi yang berkembang pesat dimana kecepatan yang semakin tinggi dapat menimbulkan masalah dalam hal stabilitas dan respon kendaraan.

Faktor lain adalah kekasaran bagian permukaan bawah kendaraan yang disebabkan oleh profil mesin dan komponen lain yang memperlambat aliran di bawah sehingga memperbesar tekanan aliran permukaan bawah. Karena itu tekanan yang bekerja pada bagian bawah kendaraan secara umum lebih besar dari tekanan yang bekerja pada bagian atas kendaraan sehingga menimbulkan terbentuknya gaya angkat karena adanya desakan aliran udara dari permukaan

bawah ke permukaan atas kendaraan. Maka semakin cepat kendaraan melaju semakin sulit dikendalikan. Gaya ini bekerja dalam arah vertikal dan biasanya arah ke atas ditandai sebagai arah positif dan ke bawah sebagai arah negatif. Gaya lift secara total dapat dirumuskan sebagai berikut (Badrawada, Purwanto, & Firlanda, 2019):

$$Fl = \frac{1}{2} Cl \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A \quad (2.2)$$

Dimana: Cl = Koefisien Lift
 A = Luas Frontal Area (m^2)
 ρ = Densitas Udara (Kg/m^3)
 V = Kecepatan Fluida (m/s)

2.4 Koefisien Aerodinamika

Setiap kendaraan memiliki koefisienn aerodinamik. Jika koefisien aerodinamika dari suatu kendaraan sudah diketahui maka koefisien yang bekerja pada kendaraan tersebut untuk kecepatan dapat dihitung dengan mudah. Koefisien aerodinamika suatu kendaraan dapat dicari secara eksperimen dan dengan simulasi computer. Pengujian terowongan angin (*wind tunel*) merupakan cara untuk mencari nilai koefisien suatu kendaraan. Sebagai gantinya, data-data tersebut biasanya disajikan dalam bentuk bilangan tak berdimensi yaitu berupa koefisien tahanan (drag coefficient) dan koefisien gaya angkat (lift coefficient), dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Utomo & Iqbal, 2012) :

$$Cd = \frac{2 \cdot Fd}{\rho \cdot V^2 \cdot A} \quad (2.5)$$

$$Cl = \frac{2 \cdot Fl}{\rho \cdot V^2 \cdot A} \quad (2.6)$$

Dimana: Fd = Force Drag (N)
 Fl = Force Lift (N)
 A = Luas Frontal Area (m^2)
 ρ = Densitas Udara (kg/m^3)
 V = Kecepatan Fluida (m/s)

2.5 Bilangan Reynolds

Bilangan Reynold (Reynold number) sangat berpengaruh terhadap bentuk (bodi) pada setiap kendaraan. Bilangan Reynolds merupakan bilangan tidak berdimensi yang paling penting dalam mekanika fluida untuk menentukan jenis aliran yang berbeda, misalkan aliran turbulen atau laminar. Peningkatan kecepatan aliran yang terjadi pada fluida juga dapat meningkatkan bilangan Reynolds. Hubungan antara bilangan Reynolds dengan koefisien drag yaitu semakin besar bilangan Reynolds maka nilai koefisien drag yang terjadi akan cenderung semakin kecil. Dimana nilai dan tipe aliran bilangan Reynolds (Re) yaitu aliran laminar yang memiliki nilai bilangan Reynolds nya $Re < 2200$, aliran transisi bilangan Reynolds $2300 < Re < 4000$ dan aliran turbulen bilangan Reynolds $Re > 4000$ (Mahmudi, 2019). Secara umum bilangan Reynolds dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot L}{\mu} \quad (2.4)$$

Keterangan:

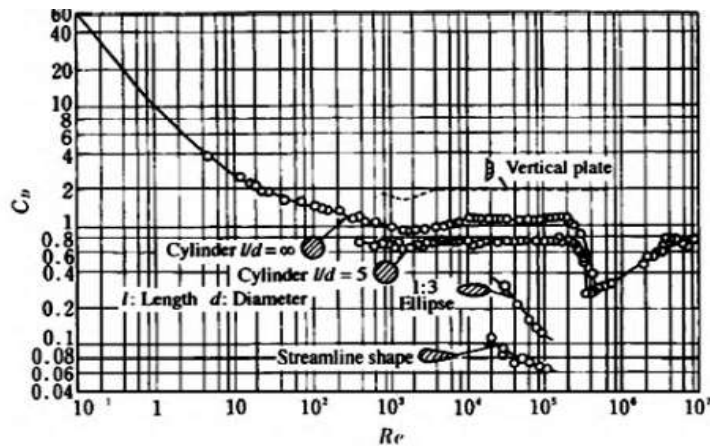
Re = Bilangan Reynolds

ρ = Densitas fluida (Kg/m^3)

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

L = Panjang karakteristik yang diukur pada aliran (m)

μ = Viskositas fluida (kg/ms)












Gambar 2.3 Koefisien drag berdasarkan bentuk dasar dan Reynold number

(Anam, 2016)

2.6 Pengaruh Bentuk Permukaan

Dalam bidang aerodinamika banyak yang tidak dapat diselesaikan hanya dengan cara perhitungan analitis dan matematis saja namun harus juga menggunakan berbagai macam eksperimen untuk membantu memecahkan permasalahan dan menunjang teori dasar yang telah ada. Dari tahun ke tahun model kendaraan mengarah pada penurunan koefisien hambat aerodinamika (CD) dan tentunya juga tidak mengurangi keindahan dari kendaraan. Dari hasil eksperimen dapat diambil sebuah kesimpulan yang kelak akan berguna untuk memecahkan problema aerodinamika yang lain nya.

Bentuk/ model kendaraan	Nilai cd	Model Alfa Romeo Giulia 1970	0.34
Bentuk open convertible	0.5–0.7	Model VW Passat 1978	0.41
Bentuk van/jeep commando	0.5–0.7	Model Peugeot 504	0.39
Bentuk bus/minibus	0.6–0.8	Model BMW 520	0.43
Bentuk ponton (sedan kotak)	0.4–0.55	Model Volvo 244 G1	0.52
Bentuk lancip, sport	0.3–0.4	Model Mercedes 280	0.45
Model Masda 323 1975	0.52	Model Perche 1924	0.37
Model Fiat 127 1975	0.41	Model Renault Vesta	0.19
Model Citroen GS 1971	0.30		

Shape	Drag Coefficient	Shape	Drag Coefficient
Sphere → 	0.47	Angled Cube → 	0.80
Half-sphere → 	0.42	Long Cylinder → 	0.82
Cone → 	0.50	Short Cylinder → 	1.15
Cube → 	1.05	Streamlined Body → 	0.04
		Streamlined Half-body → 	0.09

Gambar 2.4 Bentuk frontal area pada benda dan koefisien drag-nya (Su'udi, Risano, & Hakim, 2013)

Analisa yang telah dilakukan oleh berbagai ahli aerodinamika terhadap bentuk bodi kendaraan dilakukan dengan melakukan riset pengujian terhadap berbagai macam komponen bodi kendaraan dan pengaruhnya terhadap beban angin. Untuk mengatur gaya hambat dari kendaraan, maka perlu adanya pemikiran lanjut terhadap bodi kendaraan. Beberapa penelitian mengatakan bahwa untuk mengurangi dragforce langkah yang dilakukan yaitu mendesain bodi agar “streamline” (memperkecil koefisien drag, Cd) dan mengurangi luas kontak tegak lurus arah aliran fluida. (Anam, 2016)

2.7 Computational Fluid Dynamics (CFD)

Computational Fluid Dynamics merupakan suatu program yang dapat digunakan untuk menganalisa aliran fluida beserta karakteristik yang ditimbulkan akibat Bergeraknya suatu benda pada fluida tersebut. Persamaan dasar yang digunakan pada CFD merupakan persamaan yang didasarkan pada dinamika fluida yaitu persamaan kontinuitas, momentum dan energi. CFD merupakan cabang ilmu dari dinamika fluida yang menyediakan sebuah sarana untuk melakukan simulasi secara pendekatan computer dengan meminimalisir pengeluaran biaya. Dengan kata lain CFD dapat digunakan untuk menghitung gaya angkat, gaya hambat. Selain itu hasil dari perhitungan CFD juga dapat memvisualisasikan dalam bentuk distribusi tekanan, distribusi kecepatan hingga garis-garis streamline sehingga sangat mudah untuk diamati. Secara umum, proses perhitungan CFD terdiri dari 3 bagian utama (Hasibuan, 2020);(Siregar & Irfansyah, 2018);(Lubis, Siregar, & Abdilah, 2020)

1) *Pre-processing*

Tahap praprocessing ini merupakan tahapan awal dalam membangun dan menganalisa sebuah model komputasi fluida (CFD). Dalam tahapan praprocessing ini terdiri dari beberapa sub tahapan yaitu mulai dari pembuatan desain bodi menggunakan, penentuan daerah komputasi, penggenerasian mesh (meshing) serta menentukan parameter parameter yang digunakan

2) *Processing*

Pada tahap ini proses perhitungan data input dilakukan dengan persamaan yang terlibat secara iteratif. Ini berarti bahwa perhitungan dilakukan hingga hasilnya mengarah pada kesalahan terkecil atau untuk mencapai nilai konvergen. Perhitungan dilakukan secara menyeluruh pada kontrol volume dengan proses integrasi persamaan diskrit.

3) *Post-processing*

Tahap postprocessing merupakan tahap akhir dari simulasi yaitu merupakan tahap penampilan hasil serta analisa terhadap hasil yang diperoleh berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif berupa distribusi, koefisien drag dan koefisien lift. Sedangkan data kualitatif berupa visualisasi aliran dengan

menampilkan grid display, pathlines, plot kontur, plot vektor dan profil kecepatan.

2.8 Solidworks

Solidworks adalah salah satu software yang digunakan untuk merancang sebuah part permesinan atau pun susunan part permesinan assembling dengan tampilan 3d yang bertujuan untuk mempresentasikan part sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2d (drawing) untuk gambar proses permesinan.

Program *solidworks* merupakan program computer yang berfungsi untuk melakukan desain dan analisa kekuatan. Program tersebut dapat membantu kita dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang dikeluarkan berkurang, waktu market dari benda pun dapat dipercepat.

Program ini cukup mudah dalam penggunaannya. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *solidworks* juga biasa digunakan untuk menggambar 2D dari komponen tersebut bisa dikonversi ke format dwg yang dapat dijalankan pada program CAD. Solidwork terdiri dari beberapa bagian:

- 1) Part adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari beberapa fitur. Sebuah Part dapat menjadi sebuah komponen pada suatu assembly, dan biasa juga digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah drawing. Fitur adalah berupa operasi-operasi yang membentuk Part. Base Feature adalah fitur yang pertama kali dibuat. Ekstensi File SolidWork adalah SLDPRT
- 2) Assembly adalah sebuah dokumen dimana part, feature dan assembly lain (Sub Assembly) disatukan bersama. Ekstensi file untuk SolidWork Assembly adalah SLDASM
- 3) Drawing adalah gambaran 2D dari sebuah 3D part maupun assembly, ekstensi File untuk Solidwork Drawing adalah SLDDRW

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian simulasi ini dilakukan di Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian simulasi ini dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal dan pelaksanaan kegiatan

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi literatur						
3	Penulisan proposal						
4	Penyediaan alat dan bahan						
5	Seminar Proposal						
6	Pengujian dan Pengambilan data						
7	Analisa Data						
8	Penulisan laporan akhir						
9	Seminar hasil & Sidang						

3.2 Alat dan Desain Penelitian

Perlitan dan desain yang digunakan dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

1. Laptop

Laptop digunakan untuk melakukan proses simulasi. Adapun Spesifikasi laptop yang digunakan dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini

Tabel 3.2 Spesifikasi Laptop yang digunakan

Processor	Intel(R) Core(TM) i5-4210U CPU @ 1.70GHz 2.40Ghz
Ram	8.00 GB
Operating System	WINDOWS 10, 64-bit Operating System, x64-based processor



Gambar 3.1 Laptop

2. Aplikasi Software Solidworks

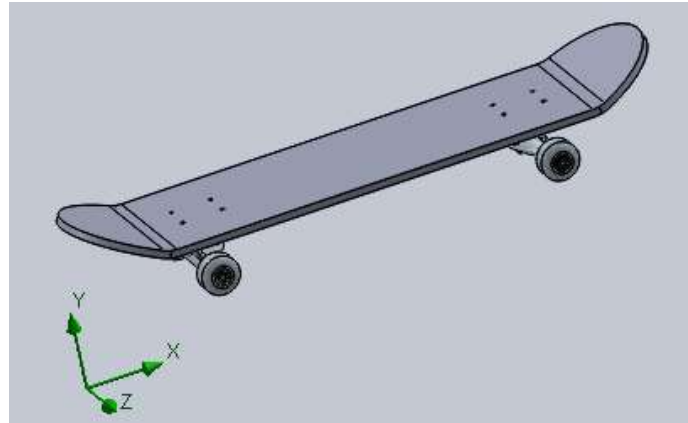
Aplikasi solidworks 2016 digunakan untuk melakukan simulasi pengujian *flow simulation*



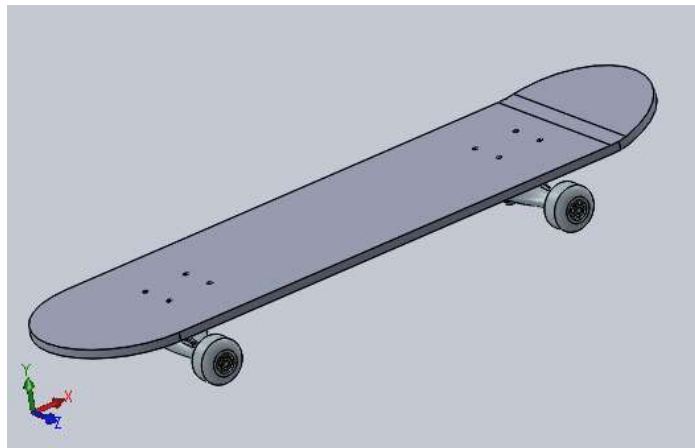
Gambar 3.2. Perangkat lunak solidworks 2016

3.2.2 Desain

Dimensi *skateboard* yang dirancang adalah dengan panjang 780 mm, lebar 200 mm dan tebal 10 mm. Berikut adalah rancangan model dengan menggunakan *software solidworks 2016*.

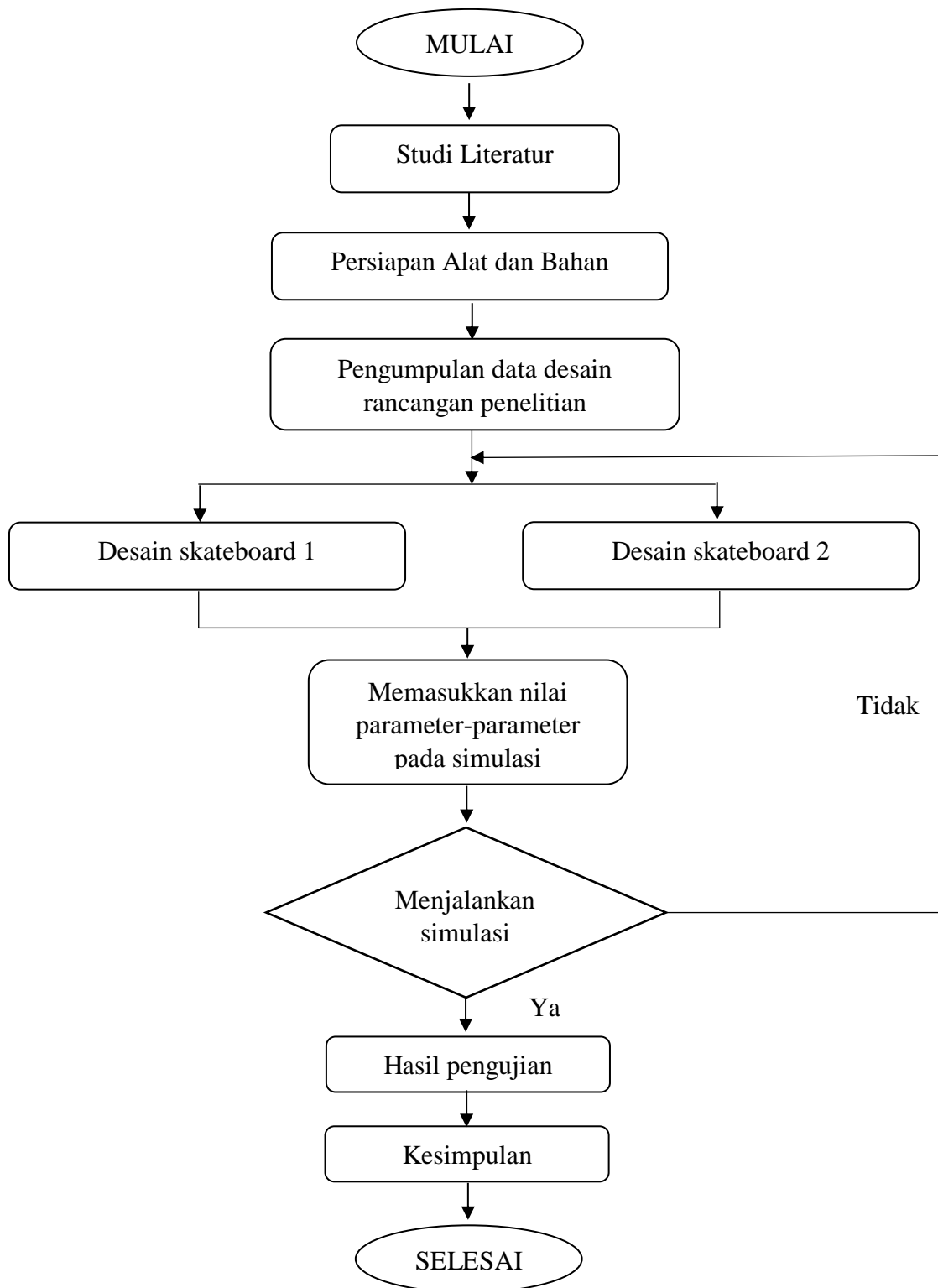


Gambar 3.3 Desain *Skateboard 1* (desain standart)



Gambar 3.4 Desain *skateboard 2* (desain kelompok)

3.3 Rancangan Penelitian

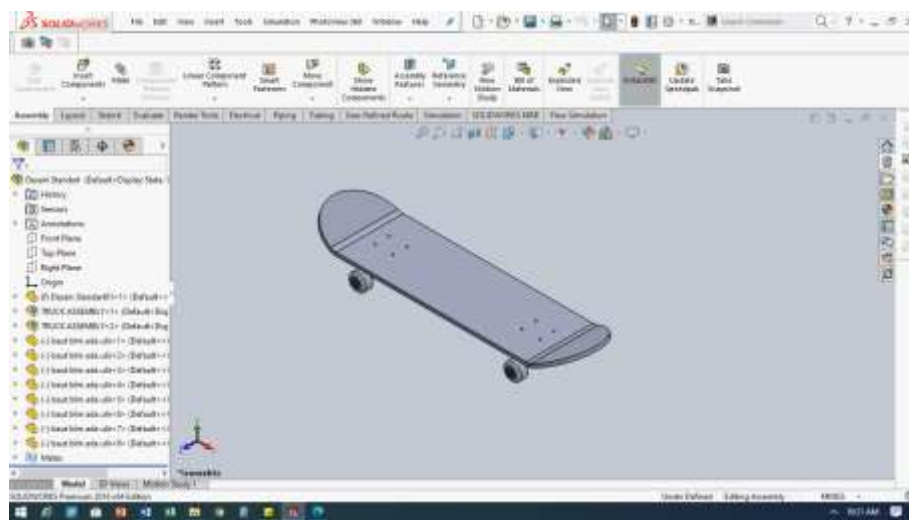


Gambar 3.5. Diagram alir penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

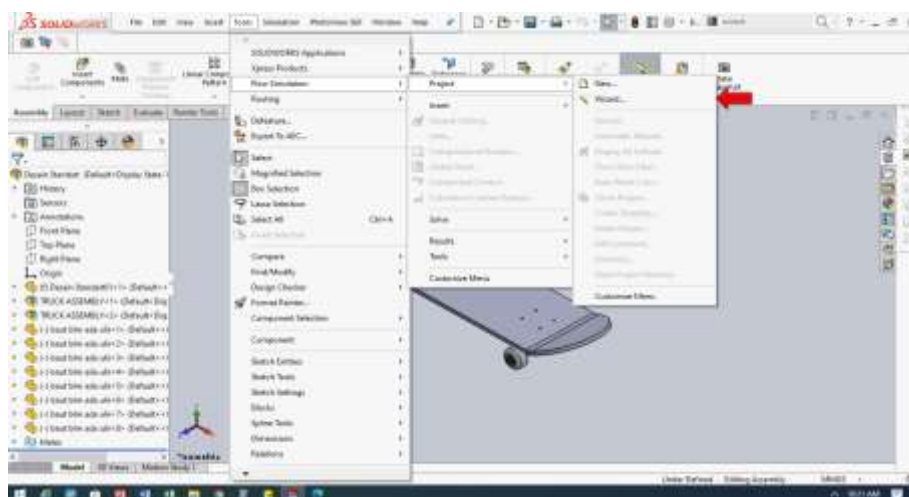
Penelitian analisis aliran aerodinamis pada *skateboard* ini dilakukan menggunakan suatu proses analisis *flow simulation* yang tersedia pada *software Solidworks 2016*. Adapun langkah-langkah dalam melakukan simulasi aerodinamis skateboard desain 1 adalah sebagai berikut:

1. Nyalakan laptop yang akan digunakan untuk melakukan pengujian aerodinamis
2. Buka aplikasi *software solidwork 2016*
3. Buka *file design* yang telah dibuat pada *software solidwork 2016*



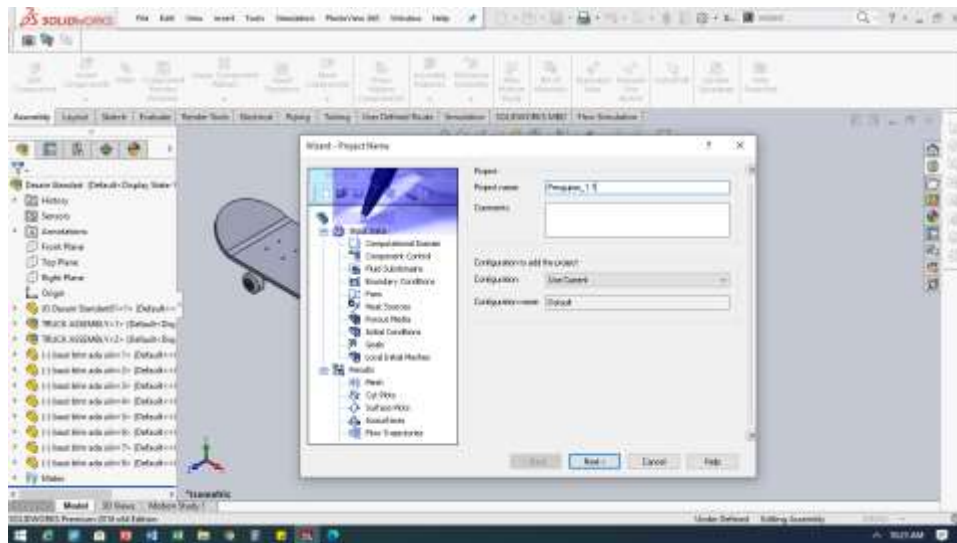
Gambar 3.6 Skateboard Desain 1

4. Setelah file design terbuka, selanjutnya pilih tab *tools, flow simulation, project*. Dan lalu klik menu "*wizard*"



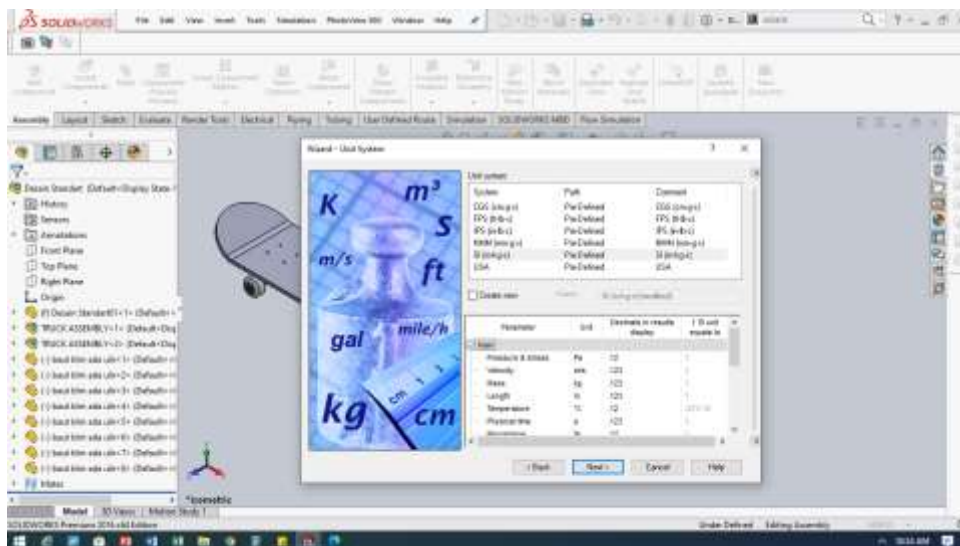
Gambar 3.7 Wizard

- Menentukan **Project Name**, yang mana pada proses ini digunakan untuk menentukan nama dari *project* yang akan diuji. Berikut *project name* yang akan dibuat untuk pengujian ini yaitu “Penguajian_1.1” kemudian klik “Next”



Gambar 3.8 Project Name

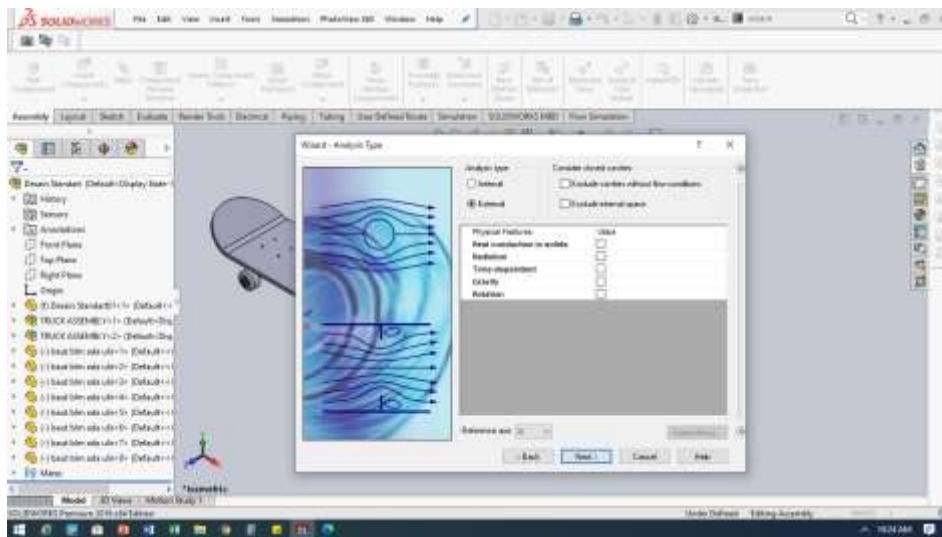
- Menentukan **Unit System**, yaitu langkah pemilihan suatu parameter yang akan digunakan, pilih SI (m-kg-s) pada kolom unit system, lalu klik “Next”



Gambar 3.9 Unit System

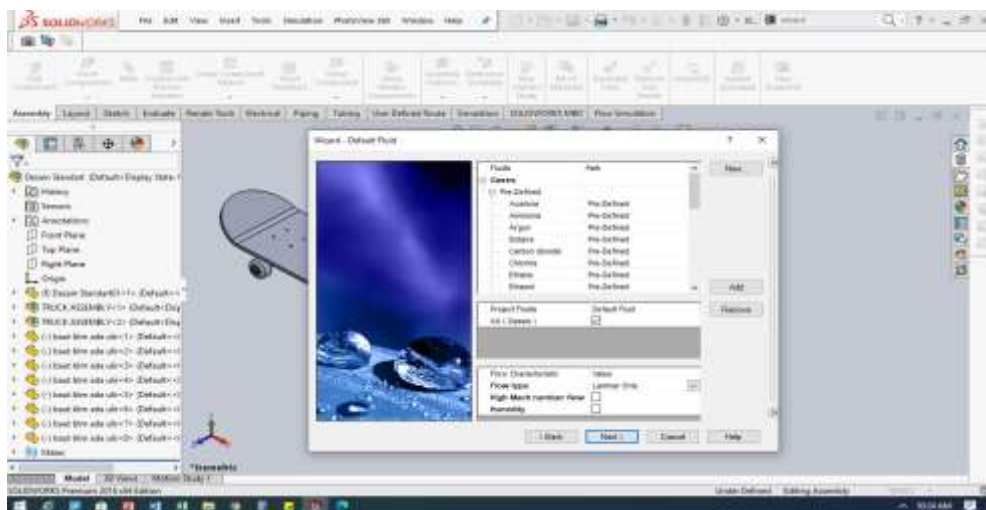
- Langkah selanjutnya adalah **Analysis Type**, yaitu langkah yang digunakan untuk menentukan laju aliran yang akan digunakan. Pada kolom Analysis

Type pilih **External**. Untuk menentukan arah alirannya, pada kolom **Reference Axis** pilih “ X ”. Lalu klik next“



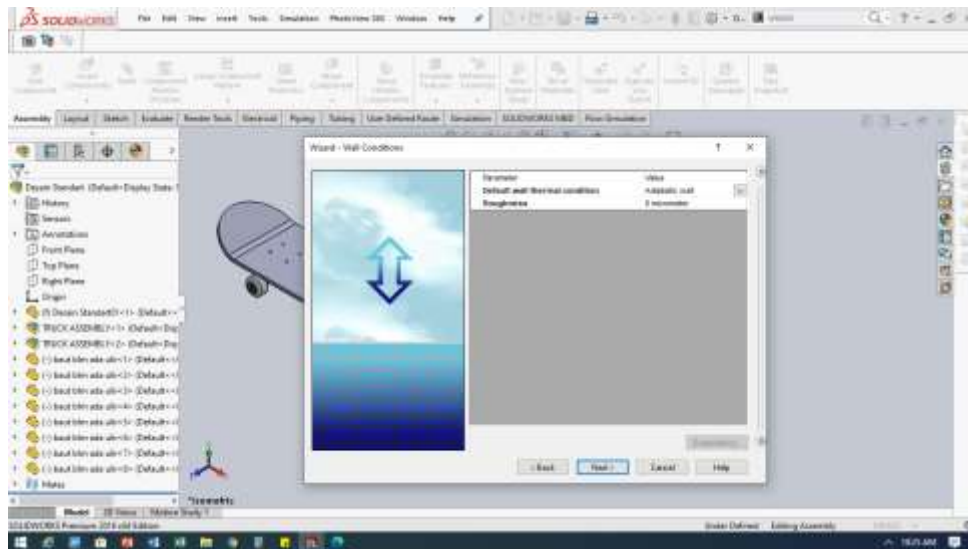
Gambar 3.10 *Analysis Type*

8. Menentukan **Default Fluid**, yaitu menentukan fluida apa yang akan digunakan dalam pengujian dan juga untuk menentukan jenis aliran fluida yang akan digunakan. Untuk pengujian ini fluida yang digunakan yaitu (*Air* = udara). Dan di asumsikan menggunakan jenis aliran *Laminar*.



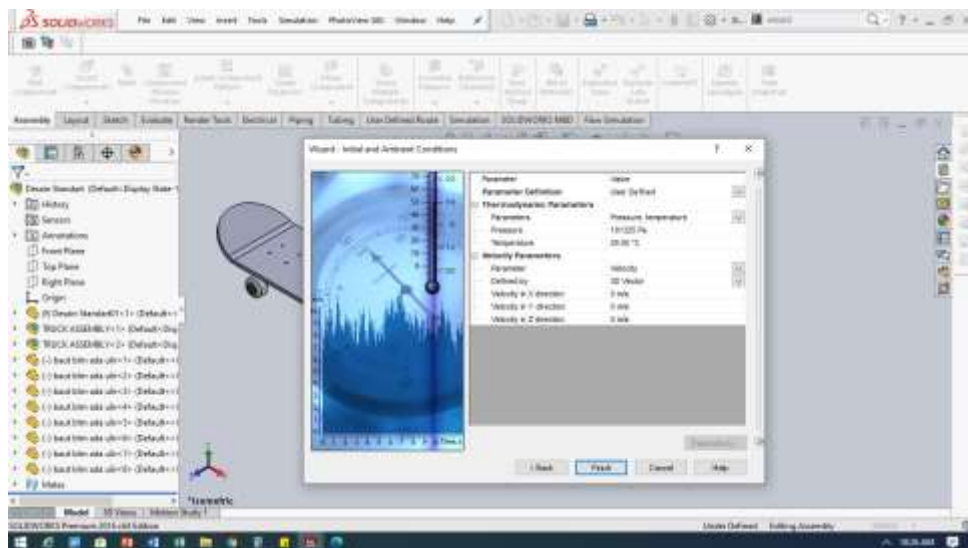
Gambar 3.11 *Default Fluid*

9. Menentukan **Wall Condition** dimana ini digunakan untuk menentukan keadaan sekitar pada langkah ini Klik “Next” saja karena pengujian menggunakan *settingan default*.



Gambar 3.12 Wall Condition

10. Langkah berikutnya menentukan *Initial and Ambient Conditions*, dimana ini adalah langkah untuk menentukan kondisi atau parameter yang akan digunakan dalam proses



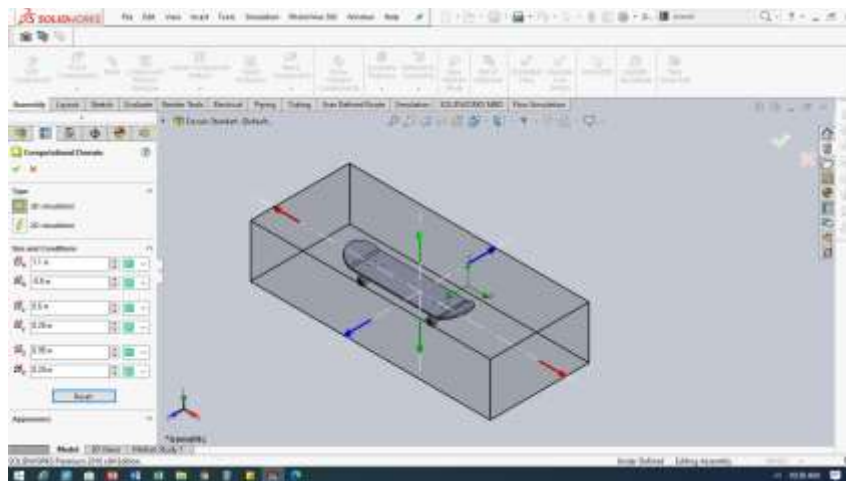
Gambar 3.13 *Initial and Ambient Conditions*

Adapun variasi parameter yang akan digunakan dalam pengujian simulasi ini adalah seperti yang sudah tertera pada table 1.1. Setelah semua tahap sudah dilakukan lalu klik “*Finish*”

11. Untuk *Computational Domain* skateboard desain 1 menggunakan ukuran sebagai berikut:

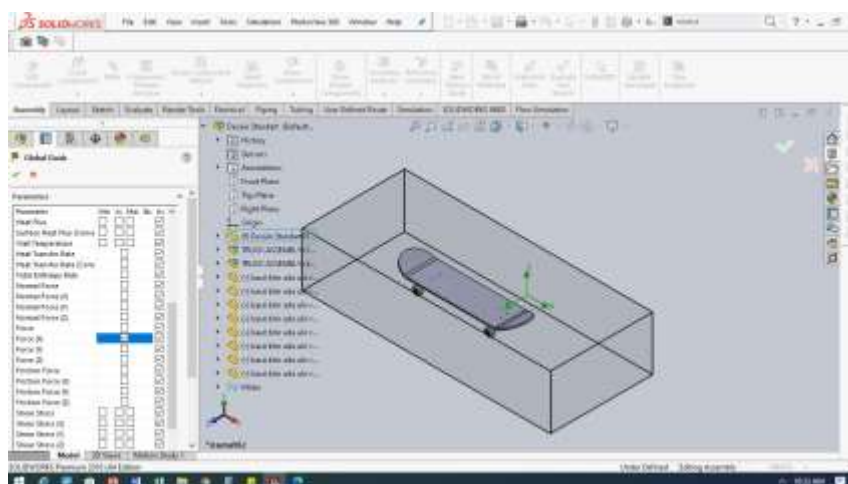
Tabel. 3.3 *Computational Domain skateboard desain 1*

X	1.1 m
-X	-0.5 m
Y	0.6 m
-Y	0.25 m
Z	0,95 m
-Z	0,29 m



Gambar 3.14 *Computational Domain*

12. Menentukan *Goals*, tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui nilai *coefficient drag*, namun sebelum itu kita harus mencari terlebih dahulu *force drag* yang diterima oleh object yang diuji, maka untuk mencari nya kita akan menggunakan *Goals*. Adapun *Goals* yang akan kita gunakan dalam pengujian ini adalah “*Global Goals*” dengan parameter nya yaitu *Force X*.



Gambar 3.15 *Goals*

Kemudian untuk mempermudah dalam melakukan simulasi maka nama *goals* yang dipilih dapat diubah sesuai dengan apa yang akan dibutuhkan. Berikut nama *goals* yang akan dibuat yaitu “Force Drag (x) 1.1”

Selanjutnya untuk menentukan nilai *coefficient drag* adalah:

$$(Cd = \frac{2 \times Fd}{\rho \times v^2 \times A})$$

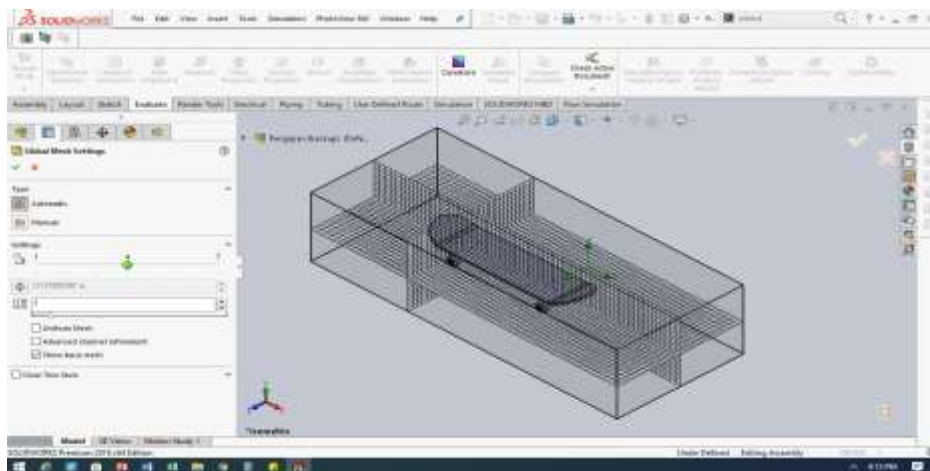
Persamaan diatas kemudian dimasukkan kedalam *equation goals* pada solidwork flow simulation seperti pada table dibawah

Tabel 3.4 *Equation Goals* desain 1

Goal Name	Formula	Dimensionality
<i>Coefficient Drag</i>	$\{2 \times \text{Force Drag (x)}\} / \{\text{Densitas fluida} \times \text{velocity}^2 \times \text{frontal area}\}$	No Unit

13. Meshing

Pembuatan mesh atau biasa yang lebih dikenal yaitu proses meshing, adalah salah satu tahap untuk proses suatu simulasi. Untuk *Global Mesh* yang dipilih dalam pengujian ini yaitu meshing skala level 4 untuk mempercepat dalam melakukan kalkulasi dan mendapatkan hasil yang cukup baik.



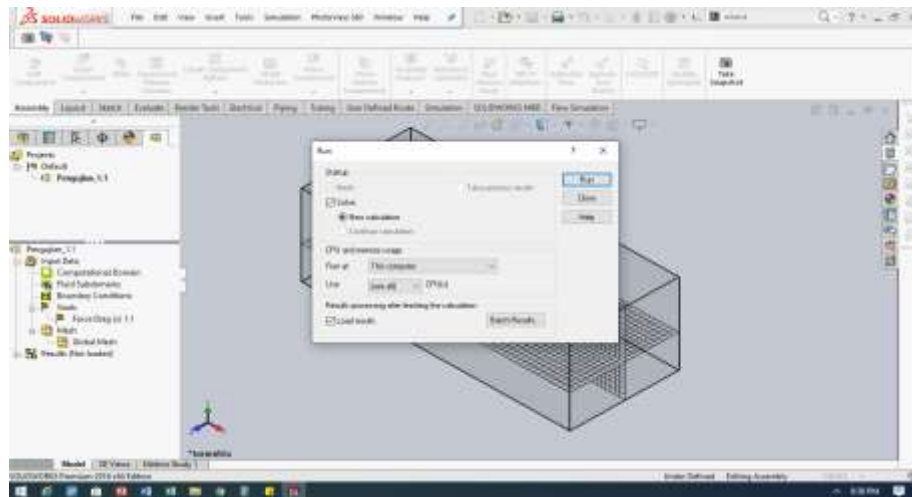
Gambar 3.16 *Mesh*

Semakin rapat mesh nya maka akan semakin akurat hasil perhitungan yang akan di dapat, namun akan menambah waktu penyelsaian simulasi. Maka dari itu

sebelum melakukan proses *running*, periksa dulu kembali *object* yang akan diuji agar tidak ada terjadi kesalahan.

14. *Running*

Setelah seluruh tahap penginputan selesai maka selanjutnya lanjut ketahap *running*. Proses *running* adalah bertujuan untuk mengkalkulasikan data yang telah ditentukan pada tahap penginputan data. Proses *running* akan memakan waktu yang cukup lama tergantung dari level mesh yang dipilih sebelumnya.



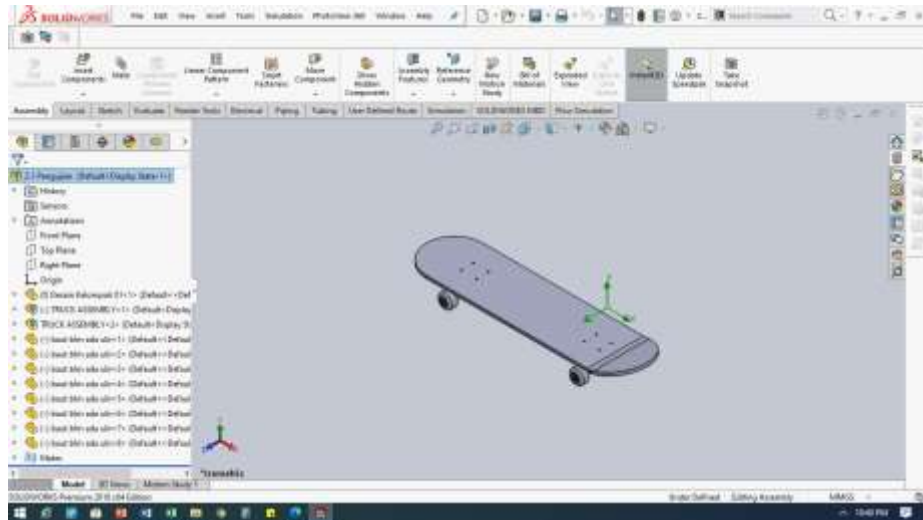
Gambar 3.17 Proses *Running*

Pada simulasi skateboard desain 1, jumlah iterasi yang terjadi sudah secara otomatis dilakukan oleh program solidwork, kondisi ini sudah menunjukkan hasil kalkulasi yang tidak akan berubah kembali

15. Selesai

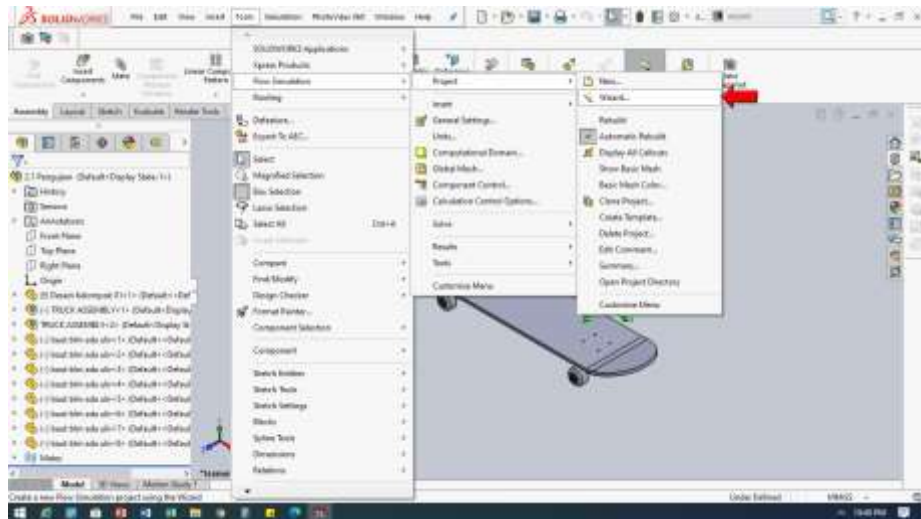
Selanjutnya langkah-langkah dalam melakukan simulasi aerodinamis skateboard desain 2 adalah sebagai berikut :

1. Nyalakan laptop yang akan digunakan untuk melakukan pengujian aerodinamis
2. Buka aplikasi *software solidwork 2016*
3. Buka *file design* yang telah dibuat pada *software solidwork 2016*



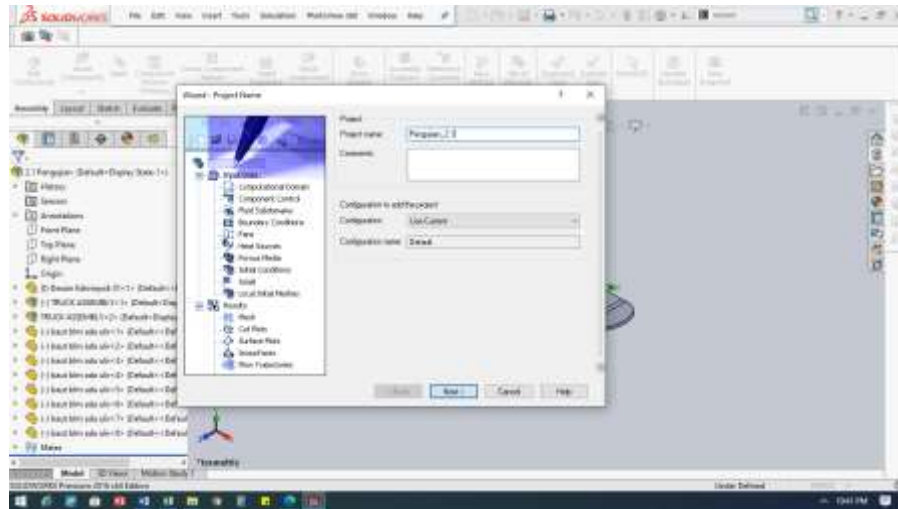
Gambar 3.18 Skateboard Desain 2

4. Setelah file design terbuka, selanjutnya pilih tab *tools*, *flow simulation*, *project*. Dan lalu klik menu “*wizard*”



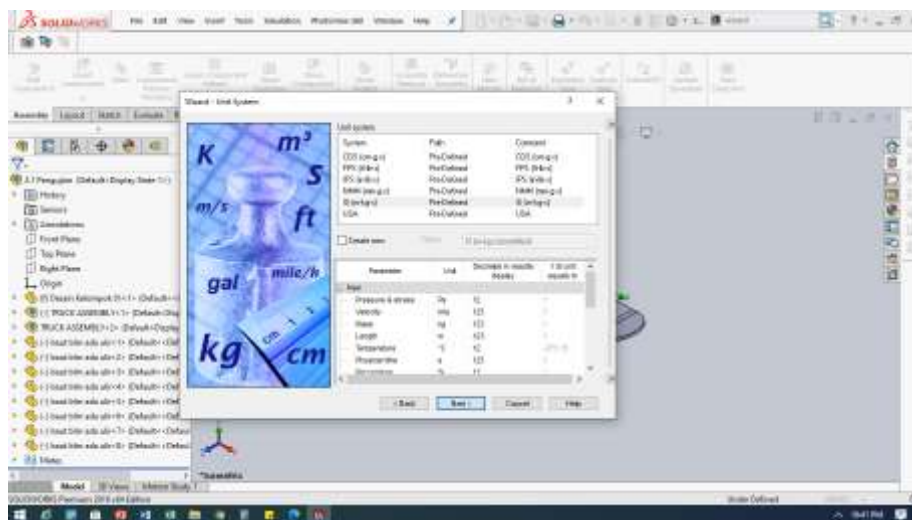
Gambar 3.19 Wizard

5. Menentukan *Project Name*, yang mana pada proses ini digunakan untuk menentukan nama dari *project* yang akan diuji. Berikut *project name* yang akan dibuat untuk pengujian ini yaitu “Pengujian_2.1” kemudian klik “*Next*”



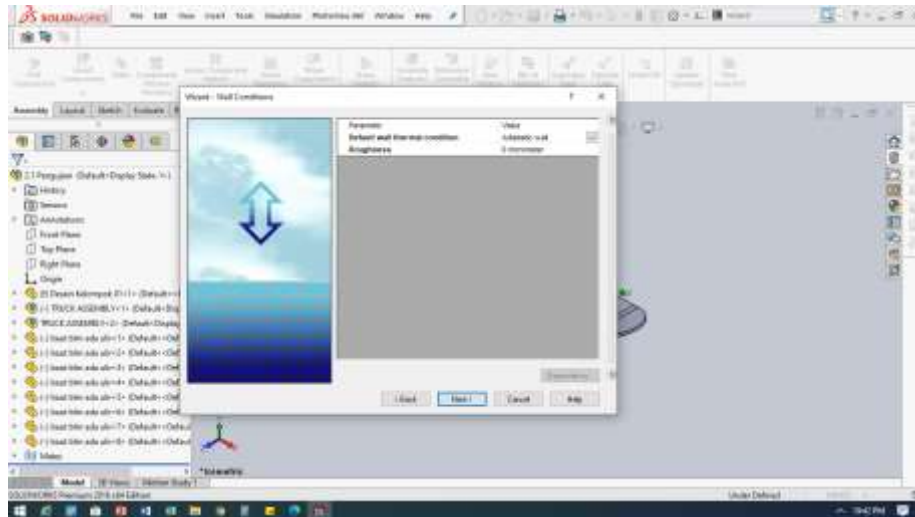
Gambar 3.20 *Project Name*

- Menentukan **Unit System**, yaitu langkah pemilihan suatu parameter yang akan digunakan, pilih SI (m-k-g-s) pada kolom unit system, lalu klik “Next”



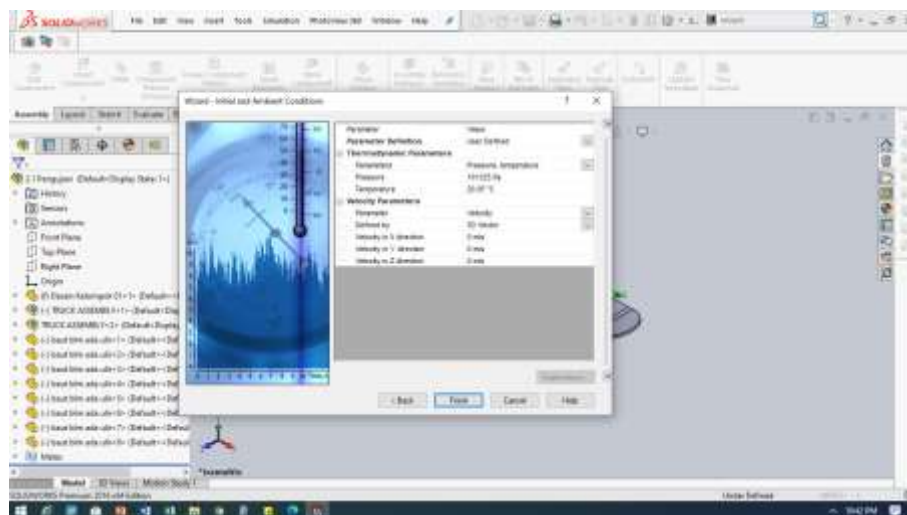
Gambar 3.21 *Unit System*

- Langkah selanjutnya adalah **Analysis Type**, yaitu langkah yang digunakan untuk menentukan laju aliran yang akan digunakan. Pada kolom Analysis Type pilih **External**. Untuk menentukan arah alirannya, pada kolom **Reference Axis** pilih “X”. Lalu klik next“



Gambar 3.24 Wall Condition

10. Langkah berikutnya menentukan *Initial and Ambient Conditions*, dimana ini adalah langkah untuk menentukan kondisi atau parameter yang akan digunakan dalam proses



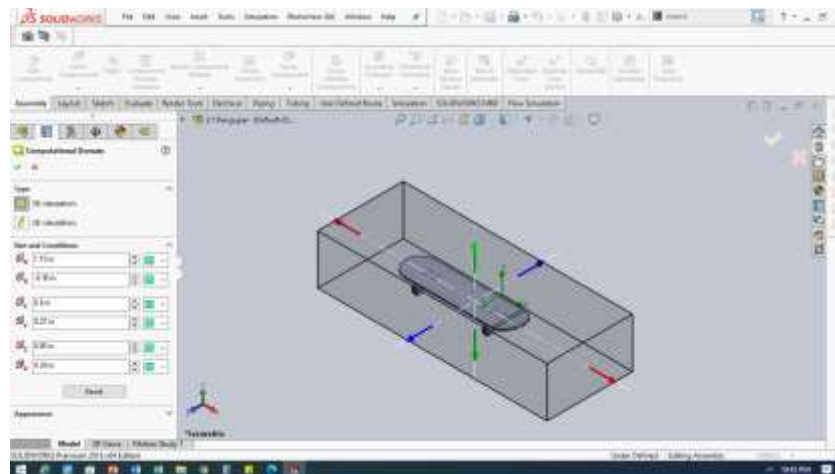
Gambar 3.25 *Initial and Ambient Conditions*

Adapun variasi parameter yang akan digunakan dalam pengujian simulasi ini adalah seperti yang sudah tertera pada table 1.1. Setelah semua tahap sudah dilakukan lalu klik “*Finish*”

11. Untuk *Computational Domain* skateboard desain 2 menggunakan ukuran sebagai berikut:

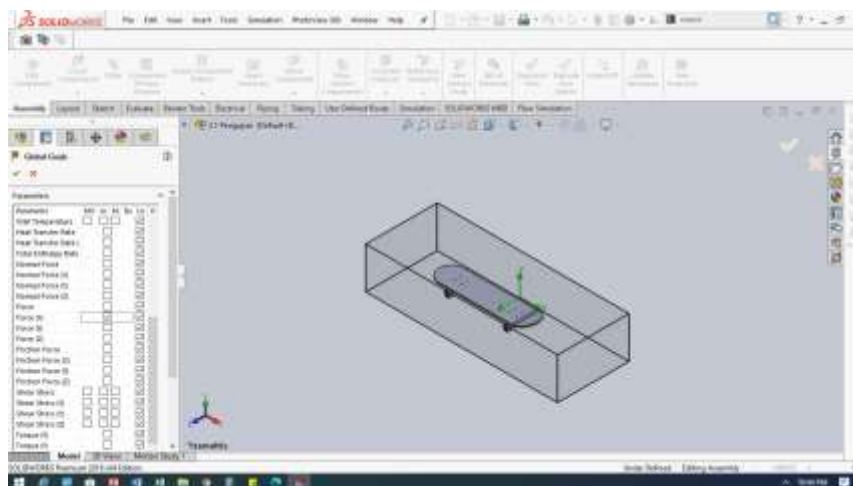
Tabel. 3.5 *Computational Domain* skateboard desain 2

X	1.15 m
-X	-0.38 m
Y	0.6 m
-Y	0.27 m
Z	0.85 m
-Z	0.28 m



Gambar 3.26 *Computational Domain*

12. Menentukan *Goals*, tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui nilai *coefficient drag*, namun sebelum itu kita harus mencari terlebih dahulu *force drag* yang diterima oleh object yang diuji, maka untuk mencari nya kita akan menggunakan *Goals*. Adapun *Goals* yang akan kita gunakan dalam pengujian ini adalah “*Global Goals*” dengan parameter nya yaitu *Force X*.



Gambar 3.27 *Goals*

Kemudian untuk mempermudah dalam melakukan simulasi maka nama *goals* yang dipilih dapat diubah sesuai dengan apa yang akan dibutuhkan. Berikut nama *goals* yang akan dibuat yaitu “Force Drag (x) 1.1”

Selanjutnya untuk menentukan nilai *coefficient drag* adalah:

$$(Cd = \frac{2 \times Fd}{\rho \times v^2 \times A})$$

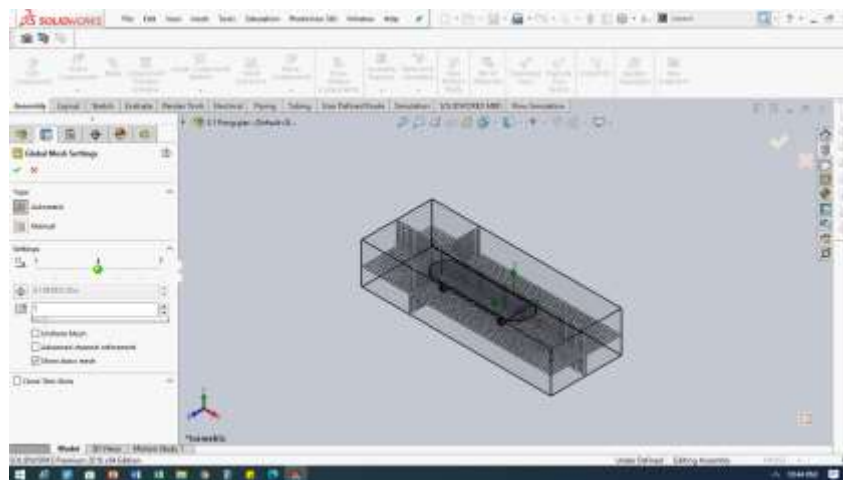
Persamaan diatas kemudian dimasukkan kedalam *equation goals* pada solidwork flow simulation seperti pada table dibawah

Tabel 3.6 *Equation Goals* Desain 2

Goal Name	Formula	Dimensionality
<i>Coefficient Drag</i>	$\{2 \times \text{Force Drag (x)}\} / \{\text{Densitas fluida} \times \text{velocity}^2 \times \text{frontal area}\}$	No Unit

13. Meshing

Pembuatan mesh atau biasa yang lebih dikenal yaitu proses meshing, adalah salah satu tahap untuk proses sebuah simulasi. Untuk *Global Mesh* yang dipilih dalam pengujian ini yaitu meshing skala level 4 untuk mempercepat dalam melakukan kalkulasi dan mendapatkan hasil yang cukup baik.

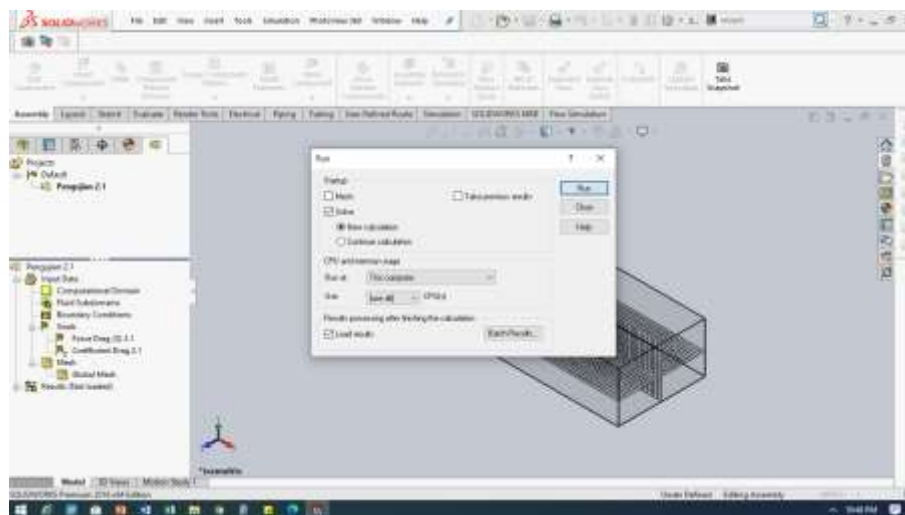


Gambar 3.28 *Mesh*

Semakin rapat mesh nya maka akan semakin akurat hasil perhitungan yang akan di dapat, namun akan menambah waktu penyelsaian simulasi. Maka dari itu sebelum melakukan proses *running*, periksa dulu kembali *object* yang akan diuji agar tidak ada terjadi kesalahan.

14. *Running*

Setelah seluruh tahap penginputan data selesai maka lalu lanjut ketahap *running*. Proses *running* adalah bertujuan untuk mengkalkulasikan data yang telah ditentukan pada tahap penginputan data. Proses *running* akan memakan waktu yang cukup lama tergantung dari level mesh yang dipilih sebelumnya



Gambar 3.29 Proses *Running*

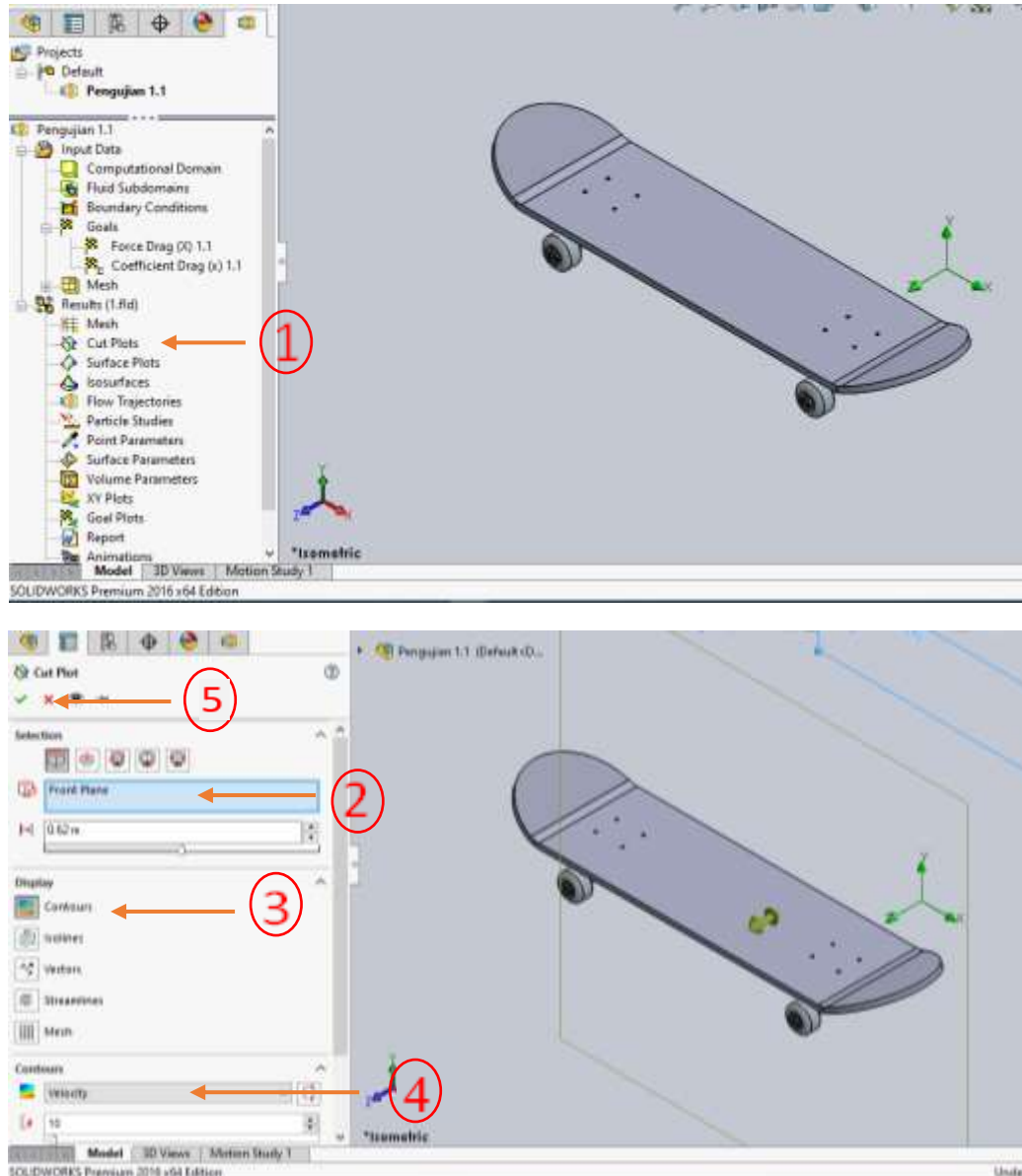
Pada simulasi skateboard desain 2, jumlah iterasi yang terjadi sudah secara otomatis dilakukan oleh program solidwork, kondisi ini sudah menunjukkan hasil kalkulasi yang tidak akan berubah kembali

15. Selesai

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi *Skateboard* Desain 1

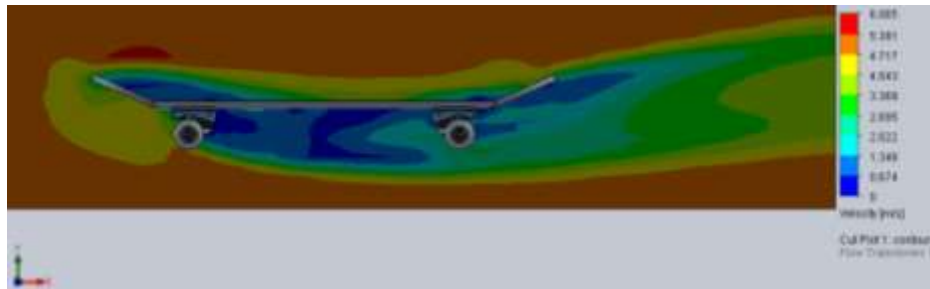
4.1.1 *Cut Plot* Desain 1



Gambar 4.1 *Result cut plot*

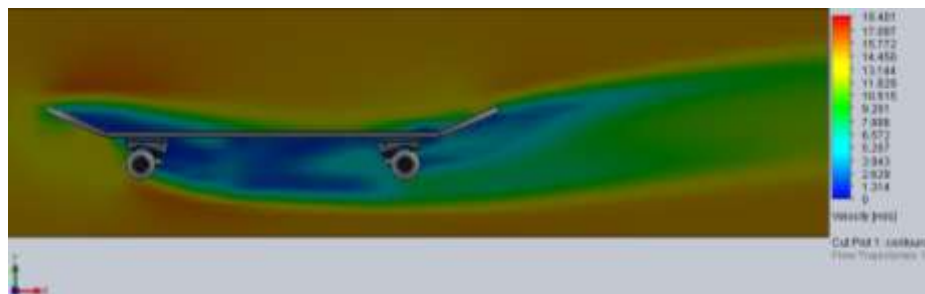
1. Untuk melihat hasil kontur dari simulasi maka buka *result*, pilih *cut plot*
2. Pilih arah pandangan yang akan diamati
3. Pilih display yang akan memperlihatkan hasil pengujian
4. Pilih parameter *contour* yang akan diamati, yaitu *velocity*
5. Setelah selesai tekan centang hijau yang ada diatas.

4.1.2 Hasil Cut Plot Kontur Kecepatan *Skateboard* Desain 1



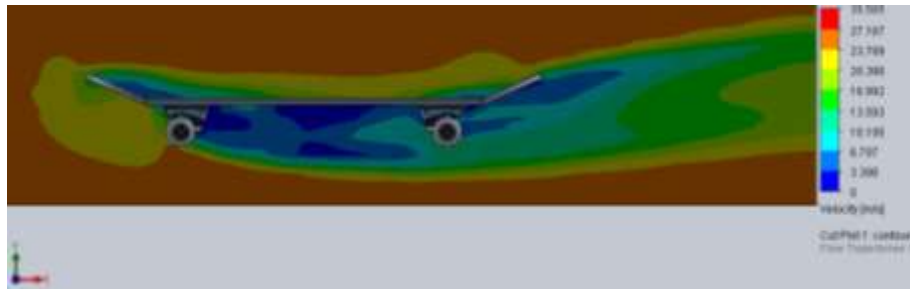
Gambar 4.2 Cut plot kontur pada kecepatan 5 m/s

Gambar 4.2 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 5 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 1, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.



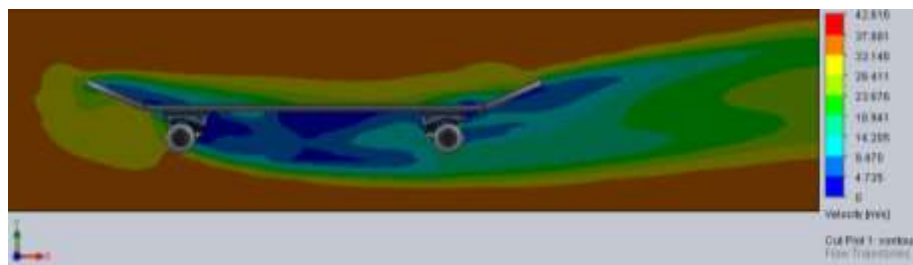
Gambar 4.3 Cut plot kontur pada kecepatan 15 m/s

Gambar 4.3 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 15 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 1, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.



Gambar 4.4 Cut plot kontur pada kecepatan 25 m/s

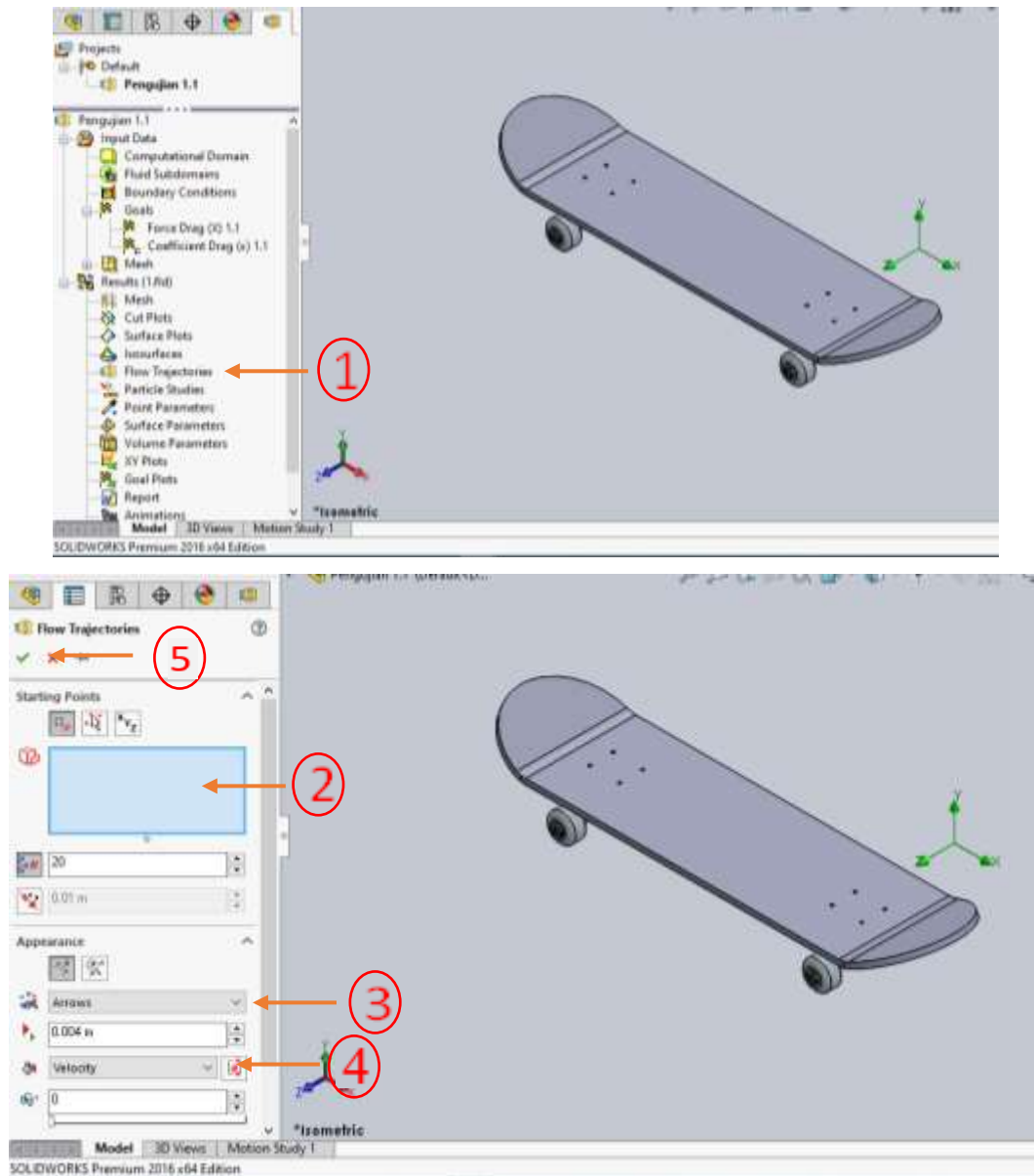
Gambar 4.4 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 25 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 1, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.



Gambar 4.5 Cut plot kontur pada kecepatan 35 m/s

Gambar 4.5 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 35 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 1, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.

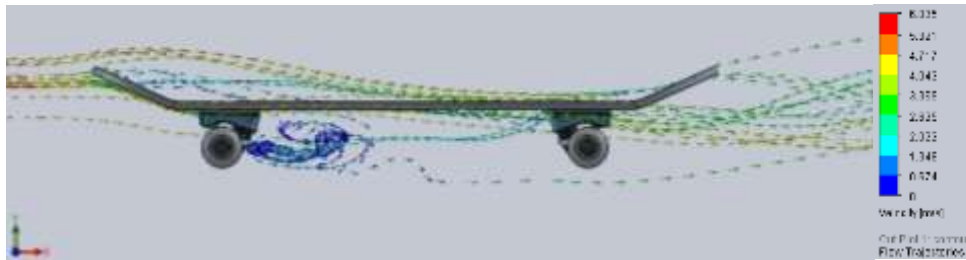
4.1.3 Flow Trajectories Desain 1



Gambar 4.6 Result flow trajectories

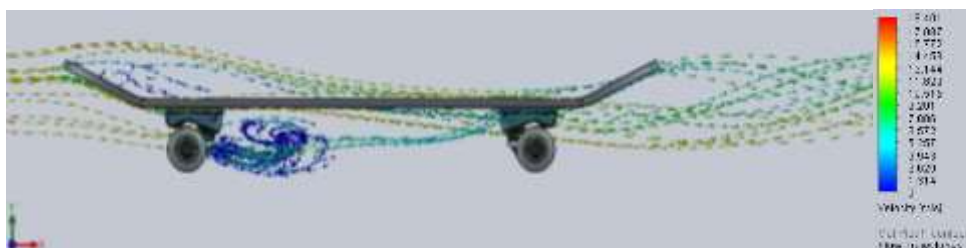
1. Untuk melihat bentuk aliran yang terjadi pada objek maka buka *result*, pilih *flow trajectories*
2. Atur sisi-sisi yang akan dilalui oleh *fluida*
3. Pilih *Arrows* untuk melihat laju aliran
4. Atur parameter yang akan dilihat laju aliran nya yaitu *velocity*
5. Setelah selesai klik centang hijau yang ada diatas

4.1.4 Hasil *Flow Trajectories* Skateboard Desain 1



4.7 Flow trajectories pada kecepatan 5 m/s

Dari tampilan Gambar 4.7 terdapat bagian bodi depan skateboard yang sedikit menjulang keatas sehingga mengakibatkan terjadi hambatan udara pada bagian tersebut dan terjadi aerodinamis pada bagian tengah atas papan dikarenakan adanya permukaan yang panjang pada bagian tersebut maka terbentuknya streamline pada bagian tersebut. Terlihat juga suatu putaran atau aliran balik yang terjadi pada atas dan bawah papan. Putaran aliran tersebut terjadi karena fluida tidak dapat mengalir mengikuti bentuk permukaannya. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaannya yang menyebabkan aliran balik putaran tersebut terjadi karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.



4.8 Flow trajectories pada kecepatan 15 m/s

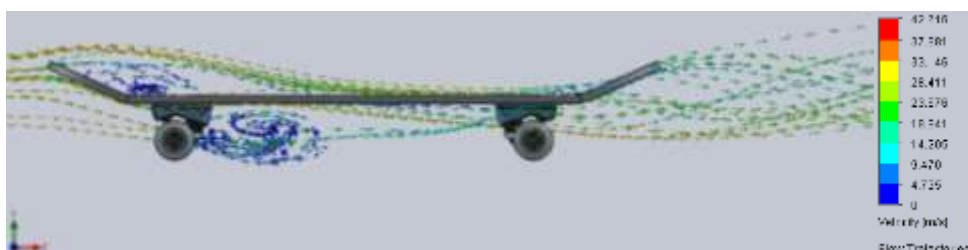
Dari tampilan Gambar 4.8 terdapat bagian bodi depan skateboard yang sedikit menjulang keatas sehingga mengakibatkan terjadi hambatan udara pada bagian tersebut dan terjadi aerodinamis pada bagian tengah atas papan dikarenakan adanya permukaan yang panjang pada bagian tersebut maka terbentuknya streamline pada bagian tersebut. Terlihat juga suatu putaran atau aliran balik yang terjadi pada atas dan bawah papan. Putaran aliran tersebut terjadi

karena fluida tidak dapat mengalir mengikuti bentuk permukaannya. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaannya yang menyebabkan aliran balik putaran tersebut terjadi karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.



4.9 Flow trajectories pada kecepatan 25 m/s

Dari tampilan Gambar 4.9 terdapat bagian bodi depan skateboard yang sedikit menjulang keatas sehingga mengakibatkan terjadi hambatan udara pada bagian tersebut dan terjadi aerodinamis pada bagian tengah atas papan dikarenakan adanya permukaan yang panjang pada bagian tersebut maka terbentuknya streamline pada bagian tersebut. Terlihat juga suatu putaran atau aliran balik yang terjadi pada atas dan bawah papan. Putaran aliran tersebut terjadi karena fluida tidak dapat mengalir mengikuti bentuk permukaannya. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaannya yang menyebabkan aliran balik putaran tersebut terjadi karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.



4.10 Flow trajectories pada kecepatan 35 m/s

Dari tampilan Gambar 4.10 terdapat bagian bodi depan skateboard yang sedikit menjulang keatas sehingga mengakibatkan terjadi hambatan udara pada bagian tersebut dan terjadi aerodinamis pada bagian tengah atas papan dikarenakan adanya permukaan yang panjang pada bagian tersebut maka terbentuk nya streamline pada bagian tersebut. Terlihat juga suatu putaran atau aliran balik yang terjadi pada atas dan bawah papan. Putaran aliran tersebut terjadi karena fluida tidak dapat mengalir mengikuti bentuk permukaan nya. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaan nya yang menyebabkan aliran balik putaran tersebut terjadi karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.

4.1.5 Data Hasil Simulasi Skateboard Desain 1

Lampiran yang diperoleh dari hasil simulasi aerodinamika menggunakan *solidworks flow simulation* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi Skateboard Desain 1

Pengujian	V (m/s)	ρ (kg/m ³)	Fd (N)	Cd
1	5	1,225	0,229904927	9,3302e -07
2	15	1,225	2,060119243	9,28951e -07
3	25	1,225	5,644737444	9,16319e -07
4	35	1,225	10,94169313	9,06215e -07

Gaya drag yang diterima suatu kendaraan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain density, kecepatan udara, dan luas frontal area dari objek itu sendiri. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut ini:

$$Cd = \frac{2 \cdot Fd}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

Dimana:

- Cd = Coefficient drag
- Fd = Force drag (N)
- ρ = Densitas fluida (kg/m³)
- v = Velocity (m/s)
- A = Frontal area (mm²)

4.1.6 Uji Eksperimen Cd Skateboard Desain 1

1. *Coefficient drag* pada kecepatan 5 m/s

$$\begin{aligned}Cd &= \frac{2 \times 0,229904927}{1,225 \times 5^2 \times 16092,04} \\&= \frac{0,459809854}{492818,725} \\&= 9,33020258E-7\end{aligned}$$

2. *Coefficient drag* pada kecepatan 15 m/s

$$\begin{aligned}Cd &= \frac{2 \times 2,060119243}{1,225 \times 15^2 \times 16092,04} \\&= \frac{4,120238486}{4435368,525} \\&= 9,28950653E-7\end{aligned}$$

3. *Coefficient drag* pada kecepatan 25 m/s

$$\begin{aligned}Cd &= \frac{2 \times 5,644737444}{1,225 \times 25^2 \times 16092,04} \\&= \frac{11,289474888}{12320468,125} \\&= 9,16318664E-7\end{aligned}$$

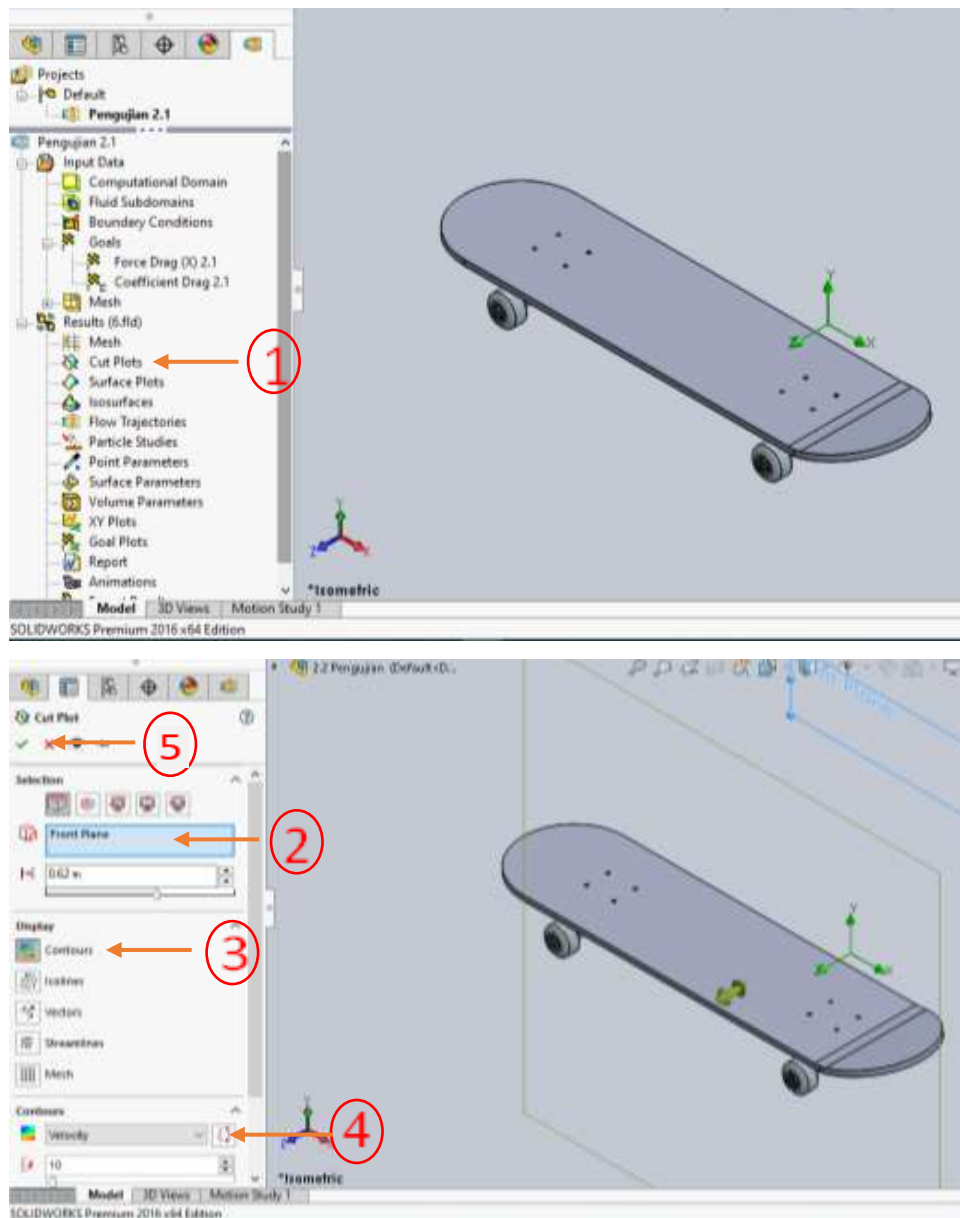
4. *Coefficient drag* pada kecepatan 35 m/s

$$\begin{aligned}Cd &= \frac{2 \times 10,94169313}{1,225 \times 35^2 \times 16092,04} \\&= \frac{21,88338626}{24148117,525} \\&= 9,06214997E-7\end{aligned}$$

Dari data hasil pengujian table 4.1 terlihat diketahui bahwa nilai koefisien drag semakin berkurang dengan meningkatnya kecepatan. Setiap kendaraan diharapkan memiliki koefisien yang rendah karna sangat mempengaruhi besar kecil nya gaya drag yang diterima oleh kendaraan.

4.2 Hasil Simulasi Skateboard Desain 2

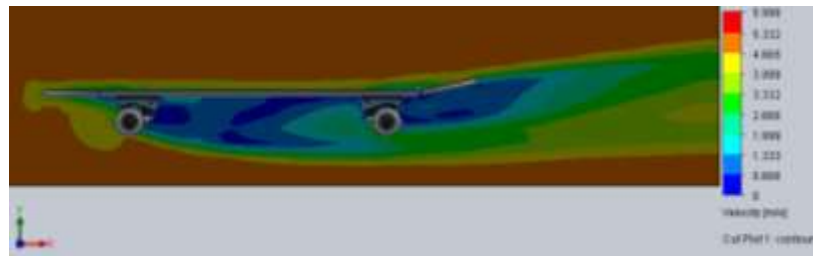
4.2.1 Cut Plot Desain 2



Gambar 4.11 Result cut plot

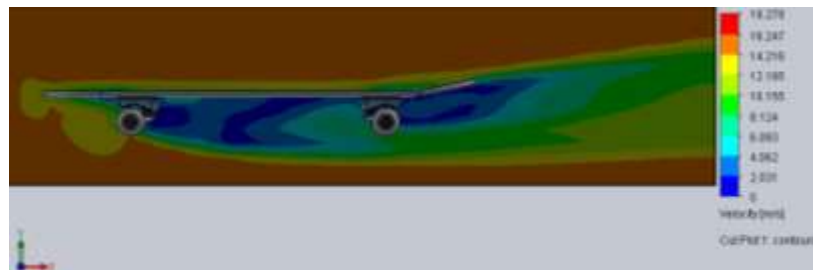
1. Untuk melihat hasil kontur dari simulasi maka buka *result*, pilih *cut plot*
2. Pilih arah pandangan yang akan diamati
3. Pilih display yang akan memperlihatkan hasil pengujian
4. Pilih parameter *contour* yang akan diamati, yaitu *velocity*
5. Setelah selesai klik centang hijau yang ada diatas.

4.2.2 Hasil Cut Plot Kontur Kecepatan Skateboard Desain 2



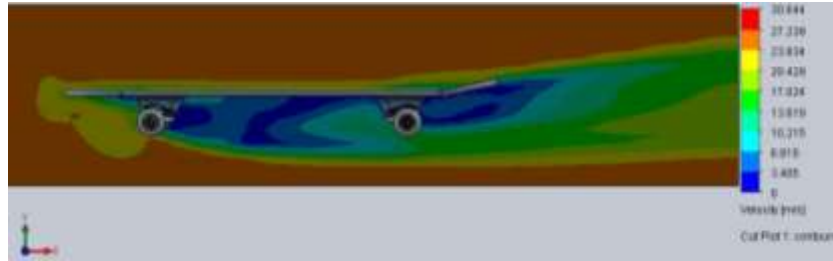
4.12 Cut plot kontur pada kecepatan 5 m/s

Gambar 4.12 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 5 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 2, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.



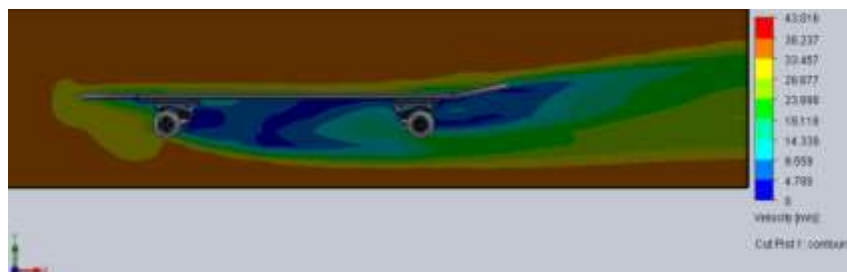
4.13 Cut plot kontur pada kecepatan 15 m/s

Gambar 4.13 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 15 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 2, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.



4.14 Cut plot kontur pada kecepatan 25 m/s

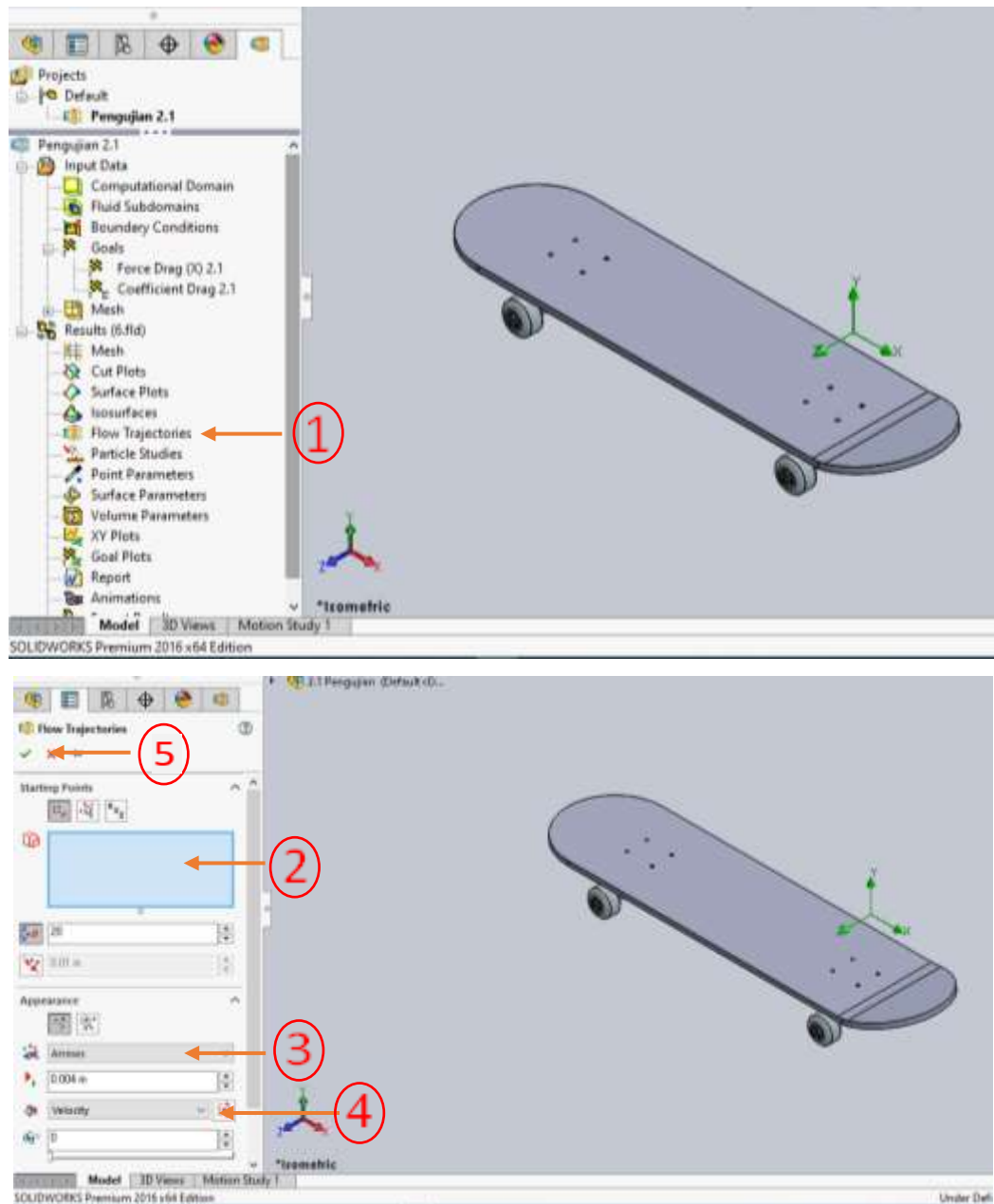
Gambar 4.14 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 25 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 2, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.



4.15 Cut plot kontur pada kecepatan 35 m/s

Gambar 4.15 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 35 m/s pada bidang plane X dan Y. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan skateboard desain 2, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *skateboard*. Semakin biru suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin merah aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.

4.2.3 Flow Trajectories Desain 2



Gambar 4.16 Result flow trajectories

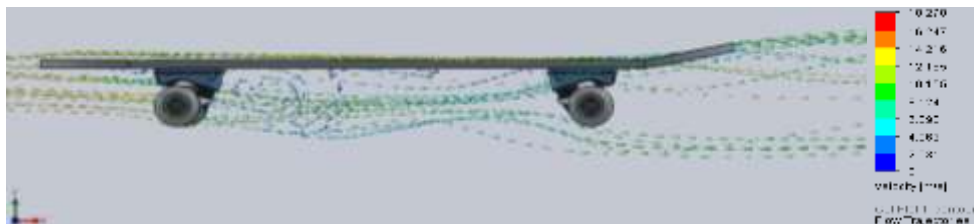
1. Untuk melihat bentuk aliran yang terjadi pada skateboard desain 2 maka buka *result*, pilih *flow trajectories*
2. Atur sisi-sisi yang akan dilalui oleh *fluida*
3. Pilih *Arrows* untuk melihat laju aliran
4. Atur parameter yang akan dilihat laju aliran nya yaitu *velocity*
5. Setelah selesai klik centang hijau yang ada diatas

4.2.4 Hasil Flow Trajectories Skateboard Desain 2



Gambar 4.17 Flow trajectories pada kecepatan 5 m/s

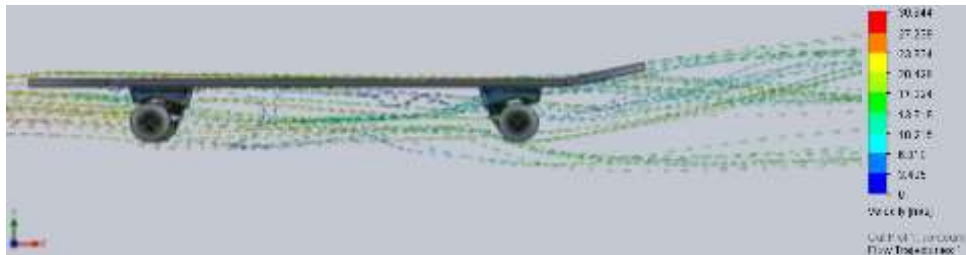
Dari tampilan Gambar 4.17 terlihat pada bagian depan body skateboard desain 2 terdapat arah aliran yang streamline atau pun bentuk yang aerodinamis sepanjang desain dari papan dan tidak ada menunjukkan adanya putaran arus balik atau separasi pada bagian tersebut. Putaran arus balik atau separasi hanya terjadi pada bagian bawah papan yaitu diakibatkan oleh tabrakan aliran fluida terhadap truck yang ada pada bagian bawah skateboard maka terjadi hambatan udara pada bagian tersebut. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaannya yang menyebabkan aliran balik putaran dan terjadi karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.



Gambar 4.18 Flow trajectories pada kecepatan 15 m/s

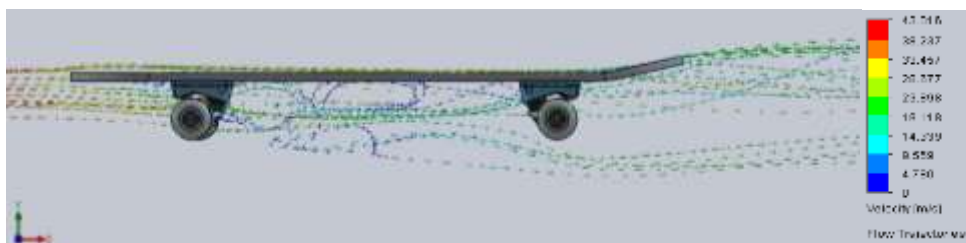
Gambar 4.18 menunjukkan pada bagian depan body skateboard desain 2 terdapat arah aliran yang streamline atau pun bentuk yang aerodinamis sepanjang desain dari papan dan tidak ada menunjukkan adanya putaran arus balik atau separasi pada bagian tersebut. Putaran arus balik atau separasi hanya terjadi pada bagian bawah papan yaitu diakibatkan oleh tabrakan aliran fluida terhadap truck yang ada pada bagian bawah skateboard maka terjadi hambatan udara pada bagian tersebut. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaannya yang menyebabkan aliran balik putaran dan terjadi

karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.



Gambar 4.19 Flow trajectories pada kecepatan 25 m/s

Gambar 4.19 terlihat pada bagian depan body skateboard desain 2 terdapat arah aliran yang streamline atau pun bentuk yang aerodinamis sepanjang desain dari papan dan tidak ada menunjukkan adanya putaran arus balik atau separasi pada bagian tersebut. Putaran arus balik atau separasi hanya terjadi pada bagian bawah papan yaitu diakibatkan oleh tabrakan aliran fluida terhadap truck yang ada pada bagian bawah skateboard maka terjadi hambatan udara pada bagian tersebut. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaannya yang menyebabkan aliran balik putaran dan terjadi karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.



Gambar 4.20 Flow trajectories pada kecepatan 35 m/s

Dari tampilan Gambar 4.20 terlihat pada bagian depan body skateboard desain 2 terdapat arah aliran yang streamline atau pun bentuk yang aerodinamis sepanjang desain dari papan dan tidak ada menunjukkan adanya putaran arus balik atau separasi pada bagian tersebut. Putaran arus balik atau separasi hanya terjadi pada bagian bawah papan yaitu diakibatkan oleh tabrakan aliran fluida

terhadap truck yang ada pada bagian bawah skateboard maka terjadi hambatan udara pada bagian tersebut. Struktur putaran yang terbentuk pada bagian tersebut, selain disebabkan oleh bentuk permukaannya yang menyebabkan aliran balik putaran dan terjadi karena adanya perbedaan kecepatan aliran muncul pada bagian tepi samping dan sisi bawah objek.

4.2.5 Data Hasil Simulasi Skateboard Desain2

Lampiran yang diperoleh dari hasil simulasi aerodinamika menggunakan *solidworks flow simulation* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Hasil Simulasi Skateboard Desain 2

Pengujian	V (m/s)	ρ (kg/m ³)	Fd (N)	Cd
1	5	1,225	0,141094933	7,40159E-07
2	15	1,225	1,237486676	7,21293E-07
3	25	1,225	3,406861956	7,14872E-07
4	35	1,225	6,642596152	7,11141E-07

Gaya drag yang diterima suatu kendaraan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain density, kecepatan udara, dan luas frontal area dari objek itu sendiri. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut ini:

$$Cd = \frac{2 \cdot Fd}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

Dimana:

- Cd = Coefficient drag
- Fd = Force drag (N)
- ρ = Densitas fluida (kg/m³)
- v = Velocity (m/s)
- A = Frontal area (mm²)

4.2.6 Uji Eksperimen Cd Skateboard Desain 2

1. *Coefficient drag* pada kecepatan 5 m/s

$$Cd = \frac{2 \times 0,141094933}{1,225 \times 5^2 \times 12449,16}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,282189866}{381225,525} \\
&= 7,40217660E-07
\end{aligned}$$

2. *Coefficient drag* pada kecepatan 15 m/s

$$\begin{aligned}
Cd &= \frac{2 \times 1,237486676}{1,225 \times 15^2 \times 12449,16} \\
&= \frac{2,474973352}{3431299,725} \\
&= 7,21293256E-07
\end{aligned}$$

3. *Coefficient drag* pada kecepatan 25 m/s

$$\begin{aligned}
Cd &= \frac{2 \times 3,406861956}{1,225 \times 25^2 \times 12449,16} \\
&= \frac{6,813723912}{9531388,125} \\
&= 7,14872149E-07
\end{aligned}$$

4. *Coefficient drag* pada kecepatan 35 m/s

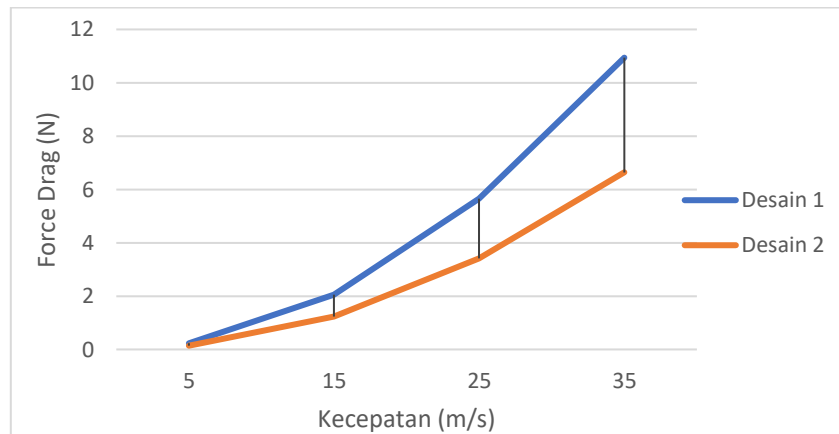
$$\begin{aligned}
Cd &= \frac{2 \times 6,642596152}{1,225 \times 35^2 \times 12449,16} \\
&= \frac{13,285192304}{18681520,725} \\
&= 7,11140838E-07
\end{aligned}$$

Dari data hasil pengujian table 4.2 terlihat diketahui bahwa nilai koefisien drag semakin berkurang dengan meningkatnya kecepatan. Setiap kendaraan diharapkan memiliki koefisien yang rendah karna sangat mempengaruhi besar kecil nya gaya drag yang diterima oleh kendaraan.

4.3 Grafik Hasil Simulasi

4.3.1 Grafik Hubungan Force Drag dan Kecepatan

Gambar 4.21 menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran fluida dan force drag.. Hal itu menunjukkan semakin cepat laju suatu aliran fluida maka akan mendapatkan tahanan drag yang besar.

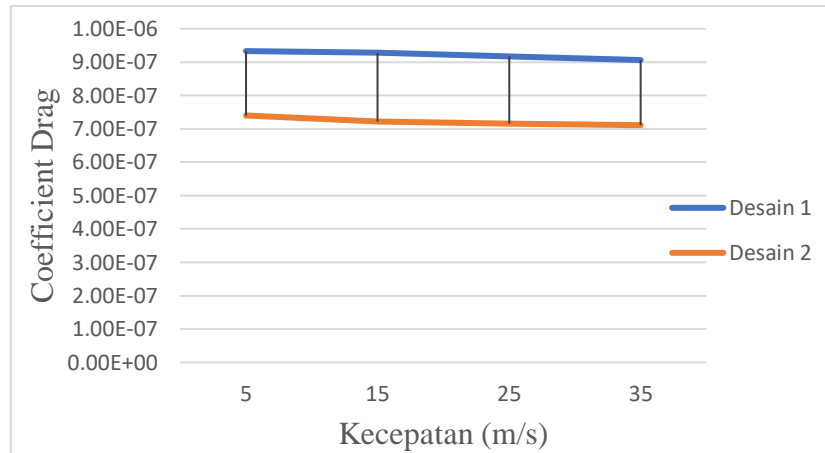


Gambar 4.21 Grafik Force Drag dan Kecepatan

Dari gambar 4.21 dapat diketahui bahwa grafik tersebut menunjukkan nilai force drag yang semakin tinggi dengan meningkatnya kecepatan aliran dari fluida. Hal ini sesuai dengan persamaan drag force pada persamaan pembangun dimana drag force berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan, sehingga pengaruh tahanan udara yang paling besar adalah ketika laju kendaraan pada kecepatan yang paling tinggi.

4.3.2 Grafik Hubungan Coefficient Drag dan Kecepatan

Gambar 4.22 menunjukkan hubungan antara coefficient drag dengan kecepatan. Grafik tersebut menunjukkan penurunan nilai coefficient drag seiring dengan peningkatan angka kecepatan.



Gambar 4.22 Grafik Coefficient Drag dan Kecepatan

Nilai grafik diatas menunjukkan gaya aerodinamis pada berbagai tingkat koefisien hambatan nya. Skateboard desain 2 menunjukkan sifat lebih aerodinamis dibandingkan dengan skateboard desain 1 karena mempunyai nilai koefisien drag yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai koefisien hambatan maka sifat gaya aerodinamis yang terjadi akan semakin baik. Sisi hambatan udara pada suatu objek sangat berpengaruh pada meningkatnya nilai tahanan udara nya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang desain dan analisis aerodinamika body skateboard desain yang umum dan desain hasil kelompok penulis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil uji analisis skateboard desain 1 dengan desain 2 yang diperoleh setelah dilakukan simulasi aerodinamis terlihat bahwa kedua desain skateboard sama-sama mengalami peningkatan hambatan udara dan penurunan koefisien drag selama peningkatan laju kecepatannya.
2. Dari hasil perbandingan desain 1 dan desain 2 diambil data nilai yang paling tertinggi pada masing-masing desain dengan kecepatan 35 m/s dengan densitas fluida $1,225 \text{ kg/m}^3$ maka didapat nilai force drag pada desain 1 adalah 10,94169313 N dan koefisien drag nya $9,06215 \times 10^{-7}$ dan sedangkan pada desain 2 didapat nilai force drag nya 6,642596152 N dan koefisien drag nya $7,11141 \times 10^{-7}$, setelah mengetahui hasil dari simulasi tampak terlihat bahwa konsep kedua memiliki nilai yang lebih aerodinamis.
3. Terlihat dari Cut plot contour velocity dan flow trajectories hasil analisis diperoleh bahwa body skateboard desain 2 memiliki pola aliran yang lebih streamline pada bagian papan atas dibandingkan jenis body skateboard desain 1 yang menghasilkan putaran aliran balik pada bagian atas papan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian analisis aerodinamik adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengujian kurang lebih sebanyak 2 kali di setiap percobaan agar mendapatkan keakuratan hasil yang diinginkan.
2. Melengkapi semua parameter yang akan digunakan dalam pengujian seperti kecepatan, tekanan dan periksa kembali data parameter beserta mesh sebelum melakukan pengujian.
3. Untuk peneliti selanjutnya agar tetap terus selalu mengembangkan bentuk dengan variasi body yang streamline agar mendapatkan bentuk yang aerodinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, A. C. (2016). *Pengaruh Pengurangan Frontal Area Untuk Mengurangi Gaya Drag Pada Bodi Mobil Nogogeni Dengan Metode Simulasi Numerik*. Laporan Tugas Akhir, Surabaya: Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Atmika, I. K., & Lokantara, I. (2010). *Tinjauan Beban Aerodinamis Terhadap Kinerja Stabilitas Arah Kendaraan*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4(No. 2), 173–179.
- Badrawada, I. G., Purwanto, A., & Firlanda, E. R. (2019). *Analisa Aerodinamika Bodi Kendaraan Mataram Proto Diesel Dengan Ansys 15.0*. Jurnal Engine, 3(1), 8–14.
- Ekoprianto, A. (2016). *Analisis Aerodinamika Pada Mobil Listrik Type Citycar Untuk Lingkungan Kampus*. Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur, 3, 125–130.
- Hasibuan, A. (2020). *Simulasi Aliran Fluida (Air) Pada Turbin Whirlpool Menggunakan Pendekatan Cfd (Computational Fluid Dynamics)*. Laporan Tugas Akhir, Medan: Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Hidayati, N. A., Setiaji, F., Yaqin, M., Ulfa, D. M., & Choiron, M. A. (2017). *Analisis Aerodinamis Pada Variasi Bentuk Ekor Desain Bodi Mobil Hemat Energi*. Jurnal Energi Dan Manufaktur, 10(2), 66–70.
- Jhon, J. S., & Utomo, M. T. S. (2017). *Analisis Aerodinamika Body Mobil Hemat Energi Antawirya Residual-Sat Dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics*. Jurnal Teknik Mesin, 5(1), 50–59.
- Kurniasih, D. (2013). *Analisis Perancangan Skateboard Dengan Quality Function Deployment – House Of Quality*. Spektrum Industri, 11(2), 161–174.
- Lubis, S., Siregar, C. A., & Abdilah, F. (2020). *Simulation Of Air Flow Loss In Triangle Pipe Construction*. Iop Conference Series: Materials Science And Engineering, 821(1).
- Nofianto, M. R. (2014). *Simulasi Perilaku Aerodinamika Dalam Kondisi Steady Dan Unsteady Pada Mobil Menyerupai Toyota Avanza Dengan Cfd*.
- Nurpramadya, A., & Irawan, H. (2012). *Perancangan Buku Visual Skateboard Untuk Remaja Indonesia*. Jurnal Sains Dan Seni Its, 1(1), 1–5.
- Pramudya, I. A. (2016). *Survei Perkembangan Olahraga Extreme*. Laporan Tugas Akhir, Semarang: Ilmu Keolahragaan, Universitas Negri Semarang.
- Selvaraju, P. N., Parammasivam, K. M., Shankar, S., & Devaradjane, G. (2015). *Analysis Of Drag And Lift Performance In Sedan Car Model Using Cfd*. Journal Of Chemical And Pharmaceutical Sciences, 7(7), 429–435.

- Siregar, C., & Irfansyah, I. (2018). *Studi Numerik Unjuk Kerja Penggunaan Winglet Pada Heat Exchanger Tipe Compact*. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi, 1(1), 20–29.
- Su'udi, A., Risano, A. Y. E., & Hakim, A. A. (2013). *Pengaruh Penambahan Atap Sekunder Kabin Mobil Terhadap Haya Aerodinamis Dan Perilaku Arah Pada Mobil Sedan*. Jurnal Fema, 1(3), 13–23.
- Sulistiyono, W., Fuhaid, N., & Farid, A. (2013). *Pengaruh Pemasangan Tail Dan Front Boat Terhadap Unjuk Kerja Aerodinamik Pada Kendaraan Sedan*. Proton, 5(1), 49–54.
- Utomo, M. T. S., & Iqbal, M. (2012). *Analisa Aerodinamika Pada Sepeda Dengan Formasi Beriringan Dengan Variasi Kecepatan Dan Jarak Antar Sepeda Menggunakan Cfd Fluent 6.3*. Rotasi, 14(4), 28–37.
- Yamin, M., & Yulianto. (N.D.). *Perbandingan Analisis Aerodinamika Pada Mobil Sedan Generik Berbagai Model Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (Cfd)*.
- Yani, M., & Suroso, B. (2019). *Membandingkan Cetakan Terbuka Dengan Tertutup Pada Pembuatan Papan Skate Board Dari Limbah Sawit*. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi, 2(2), 150–157.

Pengujian Aerodinamika (1.1)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Force Drag (X) 1.1	[N]	0.229904927	0.227453044	0.223166617	0.238150963	100	Yes	0.014984346	0.015748382
Coefficient Drag (x) 1.1	[]	9.3302E-07	9.2307E-07	9.05674E-07	9.66485E-07	100	Yes	6.08108E-08	6.39115E-08

Iterations []: 81

Analysis interval: 40

Pengujian Aerodinamika (1.2)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
GG Force (X) 2	[N]	2.060119243	2.021497071	1.989736236	2.11175506	100	Yes	0.122018824	0.141214502
Equation Goal 2	[]	9.28951E-07	9.11535E-07	8.97213E-07	9.52234E-07	100	Yes	5.50208E-08	6.36766E-08

Iterations []: 81

Analysis interval: 40

Pengujian Aerodinamika (1.3)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Force Drag (X) 1.3	[N]	5.644737444	5.564834616	5.48916575	5.866926698	100	Yes	0.377760948	0.387352197
Coefficient Drag (x) 1.3	[]	9.16319E-07	9.03348E-07	8.91064E-07	9.52387E-07	100	Yes	6.13225E-08	6.28795E-08

Iterations []: 81

Analysis interval: 40

Pengujian Aerodinamika (1.4)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Force (X) 1.4	[N]	10.94169313	10.82765479	10.648616	11.39908446	100	Yes	0.750468459	0.799778547
Coefficient Drag (x) 1.4	[]	9.06215E-07	8.9677E-07	8.81942E-07	9.44097E-07	100	Yes	6.21554E-08	6.62394E-08

Iterations []: 81

Analysis interval: 40

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 1.1

Iterations [] Coefficient Drag (x) 1.1

Yes		Yes	
	100		100
	0.014984346		6.08108E-08
	0.015748382		6.39115E-08
	0.227453044		9.2307E-07
	0.223166617		9.05674E-07
	0.238150963		9.66485E-07
1	6.952384058	1	2.82148E-05
2	1.628322319	2	6.6082E-06
3	0.748112683	3	3.03606E-06
4	0.453841724	4	1.84182E-06
5	0.445555688	5	1.80819E-06
6	0.417013475	6	1.69236E-06
7	0.415107694	7	1.68463E-06
8	0.404117922	8	1.64003E-06
9	0.396915962	9	1.6108E-06
10	0.393124595	10	1.59541E-06
11	0.38184439	11	1.54963E-06
12	0.375770553	12	1.52498E-06
13	0.375613049	13	1.52435E-06
14	0.37233609	14	1.51105E-06
15	0.370967057	15	1.50549E-06
16	0.368806395	16	1.49672E-06
17	0.364139093	17	1.47778E-06
18	0.361268638	18	1.46613E-06
19	0.357595188	19	1.45122E-06
20	0.354304284	20	1.43787E-06
21	0.349469098	21	1.41825E-06
22	0.344145396	22	1.39664E-06
23	0.337493288	23	1.36964E-06
24	0.329660854	24	1.33786E-06
25	0.323148655	25	1.31143E-06
26	0.317290937	26	1.28766E-06
27	0.308797483	27	1.25319E-06
28	0.302281065	28	1.22674E-06
29	0.295341487	29	1.19858E-06
30	0.290408547	30	1.17856E-06
31	0.286207666	31	1.16151E-06
32	0.281733091	32	1.14335E-06
33	0.276675219	33	1.12283E-06
34	0.272650928	34	1.1065E-06
35	0.267437453	35	1.08534E-06

36	0.263075539	36	1.06764E-06
37	0.258176141	37	1.04775E-06
38	0.253773304	38	1.02988E-06
39	0.249954492	39	1.01439E-06
40	0.246126925	40	9.98854E-07
41	0.243617024	41	9.88668E-07
42	0.240534348	42	9.76158E-07
43	0.238150963	43	9.66485E-07
44	0.235564187	44	9.55987E-07
45	0.233466578	45	9.47474E-07
46	0.231242843	46	9.3845E-07
47	0.230116663	47	9.3388E-07
48	0.228613657	48	9.2778E-07
49	0.227899659	49	9.24882E-07
50	0.22699629	50	9.21216E-07
51	0.226285559	51	9.18332E-07
52	0.225329176	52	9.14451E-07
53	0.224398172	53	9.10672E-07
54	0.223526705	54	9.07136E-07
55	0.223166617	55	9.05674E-07
56	0.223605572	56	9.07456E-07
57	0.223583557	57	9.07366E-07
58	0.223789741	58	9.08203E-07
59	0.223713013	59	9.07892E-07
60	0.223460303	60	9.06866E-07
61	0.223682366	61	9.07767E-07
62	0.223612184	62	9.07482E-07
63	0.223765497	63	9.08105E-07
64	0.224217318	64	9.09938E-07
65	0.224594427	65	9.11469E-07
66	0.225359927	66	9.14575E-07
67	0.225801321	67	9.16367E-07
68	0.226513295	68	9.19256E-07
69	0.227000543	69	9.21233E-07
70	0.227660468	70	9.23912E-07
71	0.228256478	71	9.2633E-07
72	0.229092849	72	9.29725E-07
73	0.229259561	73	9.30401E-07
74	0.229001596	74	9.29354E-07
75	0.229335863	75	9.30711E-07
76	0.229487473	76	9.31326E-07
77	0.229934558	77	9.33141E-07
78	0.229855863	78	9.32821E-07
79	0.230009894	79	9.33446E-07
80	0.229755746	80	9.32415E-07
81	0.229904927	81	9.3302E-07

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 1.2

Iterations [] Coefficient Drag (x) 1.2

Yes		Yes	
	100		100
	0.122018824		5.50208E-08
	0.141214502		6.36766E-08
	2.021497071		9.11535E-07
	1.989736236		8.97213E-07
	2.11175506		9.52234E-07
1	61.72659946	1	2.78338E-05
2	14.59982327	2	6.58336E-06
3	6.696886292	3	3.01977E-06
4	3.895352283	4	1.7565E-06
5	3.998645364	5	1.80307E-06
6	3.666012887	6	1.65308E-06
7	3.586296397	7	1.61714E-06
8	3.539850957	8	1.59619E-06
9	3.483350805	9	1.57072E-06
10	3.467389348	10	1.56352E-06
11	3.33476648	11	1.50372E-06
12	3.337253969	12	1.50484E-06
13	3.293101844	13	1.48493E-06
14	3.289527699	14	1.48332E-06
15	3.265976839	15	1.4727E-06
16	3.251482961	16	1.46616E-06
17	3.211357952	17	1.44807E-06
18	3.177608124	18	1.43285E-06
19	3.150335833	19	1.42055E-06
20	3.122572233	20	1.40803E-06
21	3.084991658	21	1.39109E-06
22	3.028634071	22	1.36567E-06
23	2.980011456	23	1.34375E-06
24	2.913295109	24	1.31367E-06
25	2.858441832	25	1.28893E-06
26	2.799725667	26	1.26245E-06
27	2.728936365	27	1.23053E-06
28	2.665682054	28	1.20201E-06
29	2.613604934	29	1.17853E-06
30	2.568337408	30	1.15812E-06
31	2.533050852	31	1.14221E-06
32	2.496559409	32	1.12575E-06
33	2.460321198	33	1.10941E-06
34	2.42214494	34	1.0922E-06
35	2.379641529	35	1.07303E-06

36	2.339642091	36	1.05499E-06
37	2.294029352	37	1.03443E-06
38	2.248790051	38	1.01403E-06
39	2.213964324	39	9.98323E-07
40	2.186602075	40	9.85984E-07
41	2.160866218	41	9.7438E-07
42	2.13886405	42	9.64458E-07
43	2.11175506	43	9.52234E-07
44	2.092987116	44	9.43771E-07
45	2.071654143	45	9.34152E-07
46	2.055942466	46	9.27067E-07
47	2.042757014	47	9.21122E-07
48	2.028683181	48	9.14775E-07
49	2.021008642	49	9.11315E-07
50	2.010947409	50	9.06778E-07
51	2.004970574	51	9.04083E-07
52	1.998218493	52	9.01038E-07
53	1.992866721	53	8.98625E-07
54	1.990137634	54	8.97394E-07
55	1.989736236	55	8.97213E-07
56	1.991131268	56	8.97843E-07
57	1.996932575	57	9.00458E-07
58	2.002948226	58	9.03171E-07
59	2.006740806	59	9.04881E-07
60	2.009193743	60	9.05987E-07
61	2.008869302	61	9.05841E-07
62	2.006675874	62	9.04852E-07
63	2.003798392	63	9.03554E-07
64	1.995127929	64	8.99645E-07
65	2.000618183	65	9.0212E-07
66	2.002818291	66	9.03112E-07
67	2.009795108	67	9.06258E-07
68	2.011214651	68	9.06899E-07
69	2.015784881	69	9.08959E-07
70	2.014427274	70	9.08347E-07
71	2.014935251	71	9.08576E-07
72	2.01638185	72	9.09229E-07
73	2.023054488	73	9.12237E-07
74	2.028739822	74	9.14801E-07
75	2.035613712	75	9.17901E-07
76	2.038895086	76	9.1938E-07
77	2.044274383	77	9.21806E-07
78	2.04784357	78	9.23415E-07
79	2.052079764	79	9.25325E-07
80	2.057278197	80	9.2767E-07
81	2.060119243	81	9.28951E-07

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 1.3

Iterations [] Coefficient Drag (x) 1.3

Yes		Yes	
	100		100
	0.377760948		6.13225E-08
	0.387352197		6.28795E-08
	5.564834616		9.03348E-07
	5.48916575		8.91064E-07
	5.866926698		9.52387E-07
1	166.5378977	1	2.70343E-05
2	40.37282134	2	6.55378E-06
3	18.40090564	3	2.98705E-06
4	10.96355223	4	1.77973E-06
5	11.00813912	5	1.78697E-06
6	10.29363509	6	1.67098E-06
7	10.04646591	7	1.63086E-06
8	9.733132476	8	1.57999E-06
9	9.515124849	9	1.5446E-06
10	9.386901316	10	1.52379E-06
11	9.188374766	11	1.49156E-06
12	9.116298729	12	1.47986E-06
13	9.027511711	13	1.46545E-06
14	8.99429698	14	1.46006E-06
15	8.982931543	15	1.45821E-06
16	8.916452081	16	1.44742E-06
17	8.81650221	17	1.4312E-06
18	8.71634675	18	1.41494E-06
19	8.663736887	19	1.4064E-06
20	8.553285063	20	1.38847E-06
21	8.445922096	21	1.37104E-06
22	8.306028946	22	1.34833E-06
23	8.162300687	23	1.325E-06
24	7.976282255	24	1.2948E-06
25	7.833487503	25	1.27162E-06
26	7.693593447	26	1.24891E-06
27	7.487931904	27	1.21553E-06
28	7.322305182	28	1.18864E-06
29	7.180661669	29	1.16565E-06
30	7.054675181	30	1.1452E-06
31	6.963066183	31	1.13032E-06
32	6.85976485	32	1.11356E-06
33	6.749498495	33	1.09566E-06
34	6.640259041	34	1.07792E-06
35	6.516703157	35	1.05787E-06

36	6.412883209	36	1.04101E-06
37	6.286049256	37	1.02042E-06
38	6.179406731	38	1.00311E-06
39	6.080195779	39	9.87007E-07
40	6.009260125	40	9.75492E-07
41	5.931038044	41	9.62794E-07
42	5.866926698	42	9.52387E-07
43	5.794975092	43	9.40707E-07
44	5.732747342	44	9.30605E-07
45	5.693117058	45	9.24172E-07
46	5.640695917	46	9.15663E-07
47	5.60095316	47	9.09211E-07
48	5.568587192	48	9.03957E-07
49	5.551404012	49	9.01168E-07
50	5.53395986	50	8.98336E-07
51	5.52759421	51	8.97303E-07
52	5.508013417	52	8.94124E-07
53	5.495662722	53	8.92119E-07
54	5.48916575	54	8.91064E-07
55	5.490390997	55	8.91263E-07
56	5.497009487	56	8.92338E-07
57	5.510067323	57	8.94457E-07
58	5.527126479	58	8.97227E-07
59	5.540184692	59	8.99346E-07
60	5.546970321	60	9.00448E-07
61	5.54229935	61	8.9969E-07
62	5.531226481	62	8.97892E-07
63	5.521009137	63	8.96234E-07
64	5.50476812	64	8.93597E-07
65	5.500463123	65	8.92898E-07
66	5.490368302	66	8.9126E-07
67	5.503961757	67	8.93466E-07
68	5.518632142	68	8.95848E-07
69	5.542972138	69	8.99799E-07
70	5.549927861	70	9.00928E-07
71	5.553284831	71	9.01473E-07
72	5.542723886	72	8.99759E-07
73	5.537145091	73	8.98853E-07
74	5.526215033	74	8.97079E-07
75	5.533625057	75	8.98282E-07
76	5.548410711	76	9.00682E-07
77	5.571209403	77	9.04383E-07
78	5.584590613	78	9.06555E-07
79	5.608094588	79	9.1037E-07
80	5.622167844	80	9.12655E-07
81	5.644737444	81	9.16319E-07

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 1.4

Iterations [] Coefficient Drag (x) 1.4

	Yes
	100
	0.750468459
	0.799778547
	10.82765479
	10.648616
	11.39908446
1	295.5693418
2	86.26675598
3	37.3079009
4	22.32502257
5	21.95890618
6	20.41716865
7	19.91373906
8	19.049536
9	18.63458034
10	18.31917111
11	17.84462076
12	17.70184927
13	17.63376101
14	17.32105006
15	17.42146851
16	17.19569891
17	17.12536569
18	16.96630399
19	16.85011098
20	16.68767076
21	16.51081445
22	16.19065206
23	15.9029513
24	15.58479707
25	15.30479313
26	14.96312893
27	14.6407564
28	14.2752741
29	14.02431948
30	13.79619784
31	13.63746933
32	13.41153386
33	13.21186872
34	12.95605979
35	12.72024891

	Yes
	100
	6.21554E-08
	6.62394E-08
	8.9677E-07
	8.81942E-07
	9.44097E-07
1	2.44797E-05
2	7.1448E-06
3	3.08992E-06
4	1.84901E-06
5	1.81868E-06
6	1.69099E-06
7	1.6493E-06
8	1.57772E-06
9	1.54336E-06
10	1.51723E-06
11	1.47793E-06
12	1.46611E-06
13	1.46047E-06
14	1.43457E-06
15	1.44288E-06
16	1.42419E-06
17	1.41836E-06
18	1.40519E-06
19	1.39556E-06
20	1.38211E-06
21	1.36746E-06
22	1.34095E-06
23	1.31712E-06
24	1.29077E-06
25	1.26758E-06
26	1.23928E-06
27	1.21258E-06
28	1.18231E-06
29	1.16152E-06
30	1.14263E-06
31	1.12949E-06
32	1.11077E-06
33	1.09424E-06
34	1.07305E-06
35	1.05352E-06

36	12.49724866	36	1.03505E-06
37	12.26355086	37	1.01569E-06
38	12.02911882	38	9.96278E-07
39	11.82559965	39	9.79422E-07
40	11.66382492	40	9.66024E-07
41	11.52135552	41	9.54224E-07
42	11.39908446	42	9.44097E-07
43	11.266448	43	9.33112E-07
44	11.17245021	44	9.25327E-07
45	11.08765415	45	9.18304E-07
46	11.00240393	46	9.11243E-07
47	10.93202003	47	9.05414E-07
48	10.87476474	48	9.00672E-07
49	10.84870344	49	8.98513E-07
50	10.8177042	50	8.95946E-07
51	10.81210954	51	8.95483E-07
52	10.78576231	52	8.933E-07
53	10.75995214	53	8.91163E-07
54	10.73052936	54	8.88726E-07
55	10.70448266	55	8.86569E-07
56	10.69532533	56	8.8581E-07
57	10.6989305	57	8.86109E-07
58	10.68976635	58	8.8535E-07
59	10.68744261	59	8.85157E-07
60	10.69272995	60	8.85595E-07
61	10.7161173	61	8.87532E-07
62	10.71364998	62	8.87328E-07
63	10.69347681	63	8.85657E-07
64	10.66448779	64	8.83256E-07
65	10.65478123	65	8.82452E-07
66	10.648616	66	8.81942E-07
67	10.66886494	67	8.83619E-07
68	10.70408698	68	8.86536E-07
69	10.72702966	69	8.88436E-07
70	10.76109885	70	8.91258E-07
71	10.78121349	71	8.92924E-07
72	10.79325752	72	8.93921E-07
73	10.81621223	73	8.95822E-07
74	10.8439319	74	8.98118E-07
75	10.87765664	75	9.00911E-07
76	10.88818689	76	9.01783E-07
77	10.8860721	77	9.01608E-07
78	10.87417091	78	9.00623E-07
79	10.88929307	79	9.01875E-07
80	10.90403026	80	9.03096E-07
81	10.94169313	81	9.06215E-07

Pengujian Aerodinamika (2.1)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Force Drag (X) 2.1	[N]	0.141094933	0.143118514	0.141094933	0.145035027	100	Yes	0.003940094	0.009401756
Coefficient Drag (x) 2.1	[]	7.40159E-07	7.50775E-07	7.40159E-07	7.60828E-07	100	Yes	2.0669E-08	4.932E-08

Iterations [] : 88

Analysis Interval: 44

Pengujian Aerodinamika (2.2)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Force Drag (X) 2.2	[N]	1.237486676	1.253251446	1.237486676	1.273305732	100	Yes	0.035819056	0.081611489
Coefficient Drag 2.2	[]	7.21293E-07	7.30482E-07	7.21293E-07	7.42171E-07	100	Yes	2.08778E-08	4.75688E-08

Iterations [] : 88

Analysis Interval: 44

Pengujian Aerodinamika (2.3)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Force Drag (X) 2.3	[N]	3.406861956	3.450216631	3.406861956	3.491458406	100	Yes	0.084596451	0.226919222
Coefficient Drag 2.3	[]	7.14872E-07	7.23969E-07	7.14872E-07	7.32623E-07	100	Yes	1.77511E-08	4.76151E-08

Iterations [] : 88

Analysis Interval: 44

Pengujian Aerodinamika (2.4)

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Force Drag (X) 2.4	[N]	6.642596152	6.720537602	6.642596152	6.816501608	100	Yes	0.173905457	0.488612703
Coefficient Drag 2.4	[]	7.11141E-07	7.19485E-07	7.11141E-07	7.29759E-07	100	Yes	1.86179E-08	5.23097E-08

Iterations [] : 88

Analysis Interval: 44

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 2.1

Iterations [] Coefficient Drag (x) 2.1

Yes		Yes	
	100		100
	0.003940094		2.0669E-08
	0.009401756		4.932E-08
	0.143118514		7.50775E-07
	0.141094933		7.40159E-07
	0.145035027		7.60828E-07
1	4.714763316	1	2.47328E-05
2	1.070888093	2	5.61769E-06
3	0.454486793	3	2.38416E-06
4	0.278557892	4	1.46127E-06
5	0.297432957	5	1.56028E-06
6	0.267493097	6	1.40322E-06
7	0.268691678	7	1.40951E-06
8	0.258618685	8	1.35667E-06
9	0.251798406	9	1.32089E-06
10	0.241240658	10	1.26551E-06
11	0.236408587	11	1.24016E-06
12	0.233271031	12	1.2237E-06
13	0.233407142	13	1.22441E-06
14	0.23052342	14	1.20929E-06
15	0.230510657	15	1.20922E-06
16	0.228070662	16	1.19642E-06
17	0.225429512	17	1.18256E-06
18	0.224281031	18	1.17654E-06
19	0.223222046	19	1.17098E-06
20	0.220325963	20	1.15579E-06
21	0.219033249	21	1.14901E-06
22	0.216488083	22	1.13566E-06
23	0.213163153	23	1.11822E-06
24	0.209021458	24	1.09649E-06
25	0.205429262	25	1.07765E-06
26	0.201425527	26	1.05664E-06
27	0.196037001	27	1.02838E-06
28	0.190132482	28	9.97402E-07
29	0.185359578	29	9.72364E-07
30	0.182071587	30	9.55116E-07
31	0.179729219	31	9.42828E-07
32	0.176997504	32	9.28498E-07
33	0.174297018	33	9.14332E-07
34	0.171379549	34	8.99027E-07
35	0.168940375	35	8.86232E-07
36	0.166533073	36	8.73603E-07
37	0.163580581	37	8.58115E-07

38	0.160503461	38	8.41973E-07
39	0.157703591	39	8.27286E-07
40	0.154868259	40	8.12412E-07
41	0.152853081	41	8.01841E-07
42	0.150503559	42	7.89515E-07
43	0.148414543	43	7.78557E-07
44	0.146426653	44	7.68129E-07
45	0.144865686	45	7.5994E-07
46	0.143668283	46	7.53659E-07
47	0.142986408	47	7.50082E-07
48	0.142583433	48	7.47968E-07
49	0.142347672	49	7.46731E-07
50	0.142262086	50	7.46282E-07
51	0.142194087	51	7.45925E-07
52	0.14246529	52	7.47348E-07
53	0.142857433	53	7.49405E-07
54	0.143411511	54	7.52312E-07
55	0.143929645	55	7.5503E-07
56	0.144436378	56	7.57688E-07
57	0.1447629	57	7.59401E-07
58	0.145018161	58	7.6074E-07
59	0.145035027	59	7.60828E-07
60	0.144860857	60	7.59915E-07
61	0.144609379	61	7.58596E-07
62	0.14443696	62	7.57691E-07
63	0.144239372	63	7.56655E-07
64	0.144207119	64	7.56485E-07
65	0.144171412	65	7.56298E-07
66	0.144142115	66	7.56144E-07
67	0.144086427	67	7.55852E-07
68	0.143904297	68	7.54897E-07
69	0.143602806	69	7.53315E-07
70	0.143303743	70	7.51746E-07
71	0.143094649	71	7.5065E-07
72	0.142817806	72	7.49197E-07
73	0.142695663	73	7.48557E-07
74	0.142612249	74	7.48119E-07
75	0.142438421	75	7.47207E-07
76	0.142262989	76	7.46287E-07
77	0.142109162	77	7.4548E-07
78	0.14209057	78	7.45382E-07
79	0.142085882	79	7.45358E-07
80	0.142291641	80	7.46437E-07
81	0.142415106	81	7.47085E-07
82	0.142395305	82	7.46981E-07
83	0.142237578	83	7.46154E-07
84	0.141972227	84	7.44762E-07
85	0.141601042	85	7.42814E-07

86	0.141435345	86	7.41945E-07
87	0.14117558	87	7.40582E-07
88	0.141094933	88	7.40159E-07

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 2.2

Iterations [] Coefficient Drag 2.2

	Yes
	100
	0.035819056
	0.081611489
	1.253251446
	1.237486676
	1.273305732
1	41.40879352
2	9.437087286
3	3.957869656
4	2.431304652
5	2.613984787
6	2.323362881
7	2.331373958
8	2.235336384
9	2.176380599
10	2.084192385
11	2.042105971
12	2.01622666
13	2.018674014
14	1.996356573
15	1.994940429
16	1.976730304
17	1.952733608
18	1.943997959
19	1.933676243
20	1.911346702
21	1.898284098
22	1.877140849
23	1.848817801
24	1.812072047
25	1.781707482
26	1.744701332
27	1.698349811
28	1.647082014
29	1.606916646
30	1.577678103
31	1.557849291
32	1.534822228
33	1.513068236
34	1.488397727
35	1.468515295
36	1.447797737
37	1.422319639

	Yes
	100
	2.08778E-08
	4.75688E-08
	7.30482E-07
	7.21293E-07
	7.42171E-07
1	2.41359E-05
2	5.50059E-06
3	2.30692E-06
4	1.41713E-06
5	1.52361E-06
6	1.35422E-06
7	1.35889E-06
8	1.30291E-06
9	1.26855E-06
10	1.21481E-06
11	1.19028E-06
12	1.1752E-06
13	1.17662E-06
14	1.16362E-06
15	1.16279E-06
16	1.15218E-06
17	1.13819E-06
18	1.1331E-06
19	1.12708E-06
20	1.11407E-06
21	1.10645E-06
22	1.09413E-06
23	1.07762E-06
24	1.0562E-06
25	1.0385E-06
26	1.01693E-06
27	9.89916E-07
28	9.60034E-07
29	9.36623E-07
30	9.1958E-07
31	9.08023E-07
32	8.94601E-07
33	8.81921E-07
34	8.67542E-07
35	8.55953E-07
36	8.43877E-07
37	8.29027E-07

38	1.395215166	38	8.13228E-07
39	1.370253627	39	7.98679E-07
40	1.345460401	40	7.84228E-07
41	1.327644284	41	7.73843E-07
42	1.307946539	42	7.62362E-07
43	1.289677743	43	7.51714E-07
44	1.272706812	44	7.41822E-07
45	1.259895084	45	7.34354E-07
46	1.250494406	46	7.28875E-07
47	1.245607997	47	7.26027E-07
48	1.243282952	48	7.24672E-07
49	1.24339092	49	7.24735E-07
50	1.244402418	50	7.25324E-07
51	1.245994411	51	7.26252E-07
52	1.249090682	52	7.28057E-07
53	1.253530214	53	7.30645E-07
54	1.258630863	54	7.33618E-07
55	1.264214524	55	7.36872E-07
56	1.268491803	56	7.39365E-07
57	1.271737994	57	7.41257E-07
58	1.273305732	58	7.42171E-07
59	1.272556174	59	7.41734E-07
60	1.270114806	60	7.40311E-07
61	1.268375357	61	7.39297E-07
62	1.266133807	62	7.37991E-07
63	1.265501288	63	7.37622E-07
64	1.263905284	64	7.36692E-07
65	1.263687367	65	7.36565E-07
66	1.261913712	66	7.35531E-07
67	1.260150277	67	7.34503E-07
68	1.257938614	68	7.33214E-07
69	1.2554367	69	7.31756E-07
70	1.252867408	70	7.30258E-07
71	1.251809109	71	7.29641E-07
72	1.251310652	72	7.29351E-07
73	1.2520661	73	7.29791E-07
74	1.25278959	74	7.30213E-07
75	1.252792086	75	7.30214E-07
76	1.250820628	76	7.29065E-07
77	1.24823033	77	7.27555E-07
78	1.244200746	78	7.25207E-07
79	1.241464337	79	7.23612E-07
80	1.239506339	80	7.2247E-07
81	1.239443745	81	7.22434E-07
82	1.240792942	82	7.2322E-07
83	1.242697261	83	7.2433E-07
84	1.242330386	84	7.24117E-07
85	1.243163418	85	7.24602E-07

86 1.241751816
87 1.239756654
88 1.237486676

86 7.23779E-07
87 7.22616E-07
88 7.21293E-07

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 2.3

Iterations [] Coefficient Drag 2.3

	Yes
	100
	0.084596451
	0.226919222
	3.450216631
	3.406861956
	3.491458406
1	110.9880756
2	26.04360977
3	10.97083601
4	6.747576557
5	7.257564764
6	6.468344831
7	6.451761701
8	6.163631725
9	5.994639155
10	5.727333511
11	5.595579856
12	5.532871009
13	5.538491201
14	5.481655202
15	5.479465342
16	5.427533526
17	5.372583035
18	5.341816702
19	5.314557824
20	5.25146269
21	5.219989662
22	5.162002667
23	5.081751219
24	4.974550249
25	4.888696406
26	4.792180703
27	4.659019544
28	4.523868085
29	4.414325727
30	4.336585321
31	4.280943357
32	4.219458576
33	4.161467787
34	4.09223424
35	4.03653112
36	3.978978201
37	3.909560232

	Yes
	100
	1.77511E-08
	4.76151E-08
	7.23969E-07
	7.14872E-07
	7.32623E-07
1	2.3289E-05
2	5.46481E-06
3	2.30204E-06
4	1.41586E-06
5	1.52288E-06
6	1.35727E-06
7	1.35379E-06
8	1.29333E-06
9	1.25787E-06
10	1.20178E-06
11	1.17414E-06
12	1.16098E-06
13	1.16216E-06
14	1.15023E-06
15	1.14977E-06
16	1.13888E-06
17	1.12735E-06
18	1.12089E-06
19	1.11517E-06
20	1.10193E-06
21	1.09533E-06
22	1.08316E-06
23	1.06632E-06
24	1.04382E-06
25	1.02581E-06
26	1.00556E-06
27	9.77616E-07
28	9.49257E-07
29	9.26271E-07
30	9.09959E-07
31	8.98283E-07
32	8.85382E-07
33	8.73213E-07
34	8.58686E-07
35	8.46998E-07
36	8.34921E-07
37	8.20355E-07

38	3.834650967	38	8.04636E-07
39	3.765710317	39	7.9017E-07
40	3.696229023	40	7.75591E-07
41	3.64949133	41	7.65784E-07
42	3.596066992	42	7.54574E-07
43	3.549372721	43	7.44776E-07
44	3.502502301	44	7.34941E-07
45	3.469798813	45	7.28078E-07
46	3.445729912	46	7.23028E-07
47	3.433743906	47	7.20513E-07
48	3.426478705	48	7.18988E-07
49	3.425748567	49	7.18835E-07
50	3.425909671	50	7.18869E-07
51	3.432902884	51	7.20336E-07
52	3.439974726	52	7.2182E-07
53	3.451309791	53	7.24199E-07
54	3.461091251	54	7.26251E-07
55	3.474336803	55	7.29031E-07
56	3.482440916	56	7.30731E-07
57	3.490785174	57	7.32482E-07
58	3.491458406	58	7.32623E-07
59	3.490258605	59	7.32372E-07
60	3.484384716	60	7.31139E-07
61	3.483303562	61	7.30912E-07
62	3.481199156	62	7.30471E-07
63	3.483640749	63	7.30983E-07
64	3.482949882	64	7.30838E-07
65	3.484157627	65	7.31091E-07
66	3.480036096	66	7.30227E-07
67	3.476274653	67	7.29437E-07
68	3.466088896	68	7.273E-07
69	3.458294204	69	7.25664E-07
70	3.452115701	70	7.24368E-07
71	3.451320248	71	7.24201E-07
72	3.453999778	72	7.24763E-07
73	3.457211025	73	7.25437E-07
74	3.456828141	74	7.25357E-07
75	3.453200206	75	7.24595E-07
76	3.442688159	76	7.2239E-07
77	3.430503144	77	7.19833E-07
78	3.417557508	78	7.17116E-07
79	3.413499711	79	7.16265E-07
80	3.410700223	80	7.15678E-07
81	3.415366231	81	7.16657E-07
82	3.420513805	82	7.17737E-07
83	3.426436438	83	7.1898E-07
84	3.42703431	84	7.19105E-07
85	3.424389116	85	7.1855E-07

86	3.416411827
87	3.410596563
88	3.406861956

86	7.16876E-07
87	7.15656E-07
88	7.14872E-07

Force (X) [N]

Equation Goal []

Iterations [] Force Drag (X) 2.4

Iterations [] Coefficient Drag 2.4

	Yes		Yes
		100	100
		0.173905457	1.86179E-08
		0.488612703	5.23097E-08
		6.720537602	7.19485E-07
		6.642596152	7.11141E-07
		6.816501608	7.29759E-07
1		188.9905447	2.02329E-05
2		54.15903161	5.79814E-06
3		22.92968626	2.4548E-06
4		13.65764533	1.46216E-06
5		14.39559785	1.54116E-06
6		12.81751229	1.37221E-06
7		12.73278145	1.36314E-06
8		12.08063751	1.29332E-06
9		11.73228131	1.25603E-06
10		11.22487515	1.20171E-06
11		10.92591424	1.1697E-06
12		10.81890973	1.15825E-06
13		10.79279425	1.15545E-06
14		10.71246847	1.14685E-06
15		10.67562218	1.14291E-06
16		10.59705157	1.1345E-06
17		10.4687938	1.12076E-06
18		10.4202883	1.11557E-06
19		10.34717482	1.10774E-06
20		10.25136094	1.09749E-06
21		10.17784264	1.08962E-06
22		10.05412375	1.07637E-06
23		9.897533851	1.05961E-06
24		9.695673739	1.038E-06
25		9.517522821	1.01892E-06
26		9.324206255	9.98228E-07
27		9.057819469	9.69709E-07
28		8.799106635	9.42012E-07
29		8.581298694	9.18694E-07
30		8.44079548	9.03652E-07
31		8.332372063	8.92044E-07
32		8.212434429	8.79204E-07
33		8.092874542	8.66404E-07
34		7.954978063	8.51641E-07
35		7.836392647	8.38946E-07
36		7.72687029	8.27221E-07
37		7.594331448	8.13031E-07

38	7.449173365	38	7.97491E-07
39	7.311758097	39	7.8278E-07
40	7.182612019	40	7.68954E-07
41	7.090064528	41	7.59046E-07
42	6.98498002	42	7.47796E-07
43	6.892836892	43	7.37931E-07
44	6.810761692	44	7.29144E-07
45	6.747194249	45	7.22339E-07
46	6.702192823	46	7.17521E-07
47	6.680176048	47	7.15164E-07
48	6.670977931	48	7.14179E-07
49	6.676272925	49	7.14746E-07
50	6.683245878	50	7.15493E-07
51	6.693230947	51	7.16562E-07
52	6.707779594	52	7.18119E-07
53	6.726764396	53	7.20152E-07
54	6.741580151	54	7.21738E-07
55	6.765562064	55	7.24305E-07
56	6.781705489	56	7.26034E-07
57	6.801789687	57	7.28184E-07
58	6.81119784	58	7.29191E-07
59	6.816501608	59	7.29759E-07
60	6.804629391	60	7.28488E-07
61	6.792947894	61	7.27237E-07
62	6.779601656	62	7.25808E-07
63	6.773948498	63	7.25203E-07
64	6.772632094	64	7.25062E-07
65	6.778716997	65	7.25714E-07
66	6.775535004	66	7.25373E-07
67	6.773024248	67	7.25104E-07
68	6.760781576	68	7.23793E-07
69	6.748575142	69	7.22487E-07
70	6.735881209	70	7.21128E-07
71	6.726468849	71	7.2012E-07
72	6.719769878	72	7.19403E-07
73	6.717607201	73	7.19171E-07
74	6.713222117	74	7.18702E-07
75	6.707889253	75	7.18131E-07
76	6.696760105	76	7.1694E-07
77	6.683285698	77	7.15497E-07
78	6.66357209	78	7.13386E-07
79	6.650717484	79	7.1201E-07
80	6.6480769	80	7.11728E-07
81	6.655890775	81	7.12564E-07
82	6.66431571	82	7.13466E-07
83	6.668777381	83	7.13944E-07
84	6.667481607	84	7.13805E-07
85	6.667085923	85	7.13763E-07

86 6.657150339
87 6.650541683
88 6.642596152

86 7.12699E-07
87 7.11991E-07
88 7.11141E-07

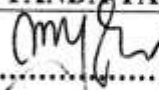
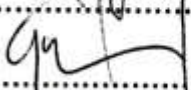

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**




Peserta seminar

Nama : Muhammad Fachri

NPM : 1607230140

Judul Tugas Akhir : Analisis Aliran Aerodinomika Pada Sketeboard Berbasis Software So-
Lidwork.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : DR. Rakhmad Arif S.T.M.Eng Chandra A Sirigor	: 
Pembanding – II : Affandi.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230001	HUSAIL MUBAROK	
2	1607230046	MUHAMMAD URIP MAULANA	
3	1607230041	KHAIRU PRIAWAN	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 02 Sya'ban 1442 H
16 Maret 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Affandi.S.T.M.T

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

NAMA : Muhammad Fachri
NPM : 1607230140
Judul T.Akhir : Analisis Aliran Aerodinamika Pada Sketeboard Berbasis Software Solidwork.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : ~~DR. Rakhmad Arief Srg. M.Eng.~~ *Chandra A Siregar*
Dosen Pemanding - II : Affandi.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 :
lihat buku Ngas sarjana.
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 02 Sya'ban 1442H
16 Maret 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- I

Chandra A Siregar, ST-ME
~~DR. Rakhmad Arief Srg. M.Eng.~~

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

NAMA : Muhammad Fachri
NPM : 1607230140
Judul T.Akhir : Analisis Aliran Aerodinamika Pada Sketeboard Berbasis Software Solidwork.

Dosen Pembimbing - I : M. Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : ~~DR. Rakhmad Arief Srg. M. Eng~~ *Chandra A Siregar*
Dosen Pembanding - II : Affandi.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 :

.....
..... *Lihat Catatan*
..... *di buku Skripsi*
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 02 Sya'ban 1442H
16 Maret 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pembanding- II


Affandi.S.T.M.T


Affandi.S.T.M.T



UMSU

Unggul | Berprestasi | Berkeadilan
Mengabdikan diri untuk masyarakat

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 :1963/ II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Tanggal 18 Desember 2020 ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD FACHRI
Program Study : TEKNIK Mesin
Semester : IX (Sembilan)
Npm : 1607230140
Judul TugaS Akhir : ANALISIS ALIRAN AERODINAMIKA PADA SKATEBOARD
BERBASIS SOFTWARE SOLIDWORK

Pembimbing 1 : M. YANI 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. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan 03 Jumadil Awal 1442 H
18 Desember 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202

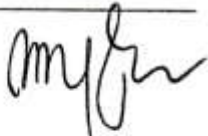


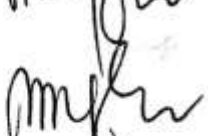



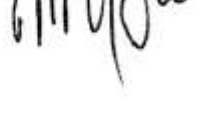
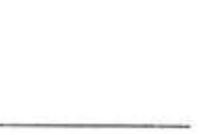
Cc. File

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISIS ALIRAN AERODINAMIKA PADA SKATEBOARD BERBASIS SOFTWARE SOLIDWORK

Nama : Muhammad Fachri
NPM : 1607230140

Dosen Pembimbing : M. Yani S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	25-11-2019	Pemberian tugas Spesifikasi Skripsi	
2.	30-12-2019	Bab I, Acc lanjut Bab II	
3.	2-1-2020	Bab II, tambahkan penjelasan tentang simulasi aerodinamis	
4.	14-1-2020	Bab II, Acc lanjut Bab III	
5.	20-1-2020	Bab III, Acc Sitahkan Sempro	
6.	30-11-2020	lanjut Bab IV	
7.	11-12-2020	- Perbaiki Bab IV - Perbaiki gambar simulasi	
8.	18-12-2020	- Perbaiki kesimpulan lanjut Abstrak	
9.	28-12-2020	Acc Seminar hasil.	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Fachri
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 18 Juli 1998
Alamat : Jl. Ar. Hakim Gg. Sukmawati No. 11A
Agama : Islam
E-mail : muhammadfachri1828@gmail.com
No.Hp : 082367069227

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Pertiwi	Tahun 2004-2010
2. SMP Pertiwi	Tahun 2010-2013
3. SMA Dharmawangsa	Tahun 2013-2016
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2016-2021