

# BUKU PROSIDING

## Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2019

# SNTTM XVIII

## Inovasi Maju dalam Teknik Mesin untuk Pembangunan Berkelanjutan

### KEYNOTE SPEAKERS:

- Associate Prof. Dr. Eng. Nobumasa Sekishita  
Toyohashi University of Technology, Japan
- Prof. Emeritus Yoshihiro Narita  
Professor Emeritus of Hokkaido University, Japan
- Ir. Sigit Puji Santosa, MSME, Sc.D., IPU  
Director of LPIK, Institut Teknologi Bandung

9 - 10 Oktober 2019  
Aston Kartika Grogol Hotel & Conference Center  
Jakarta, Indonesia



Diselenggarakan oleh:  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Trisakti

Didukung oleh:



SEMEN BATURAJA



PT. Ostenco Promitra Jaya



KAMUSAKTI



## Didukung oleh :



SEMEN BATURAJA



PT. Ostenco Promitra Jaya



KAMUSAKTI



ISSN 2623-0313



9 772623 031204

**Diterbitkan oleh :**

**©2019. Badan Kerjasama Teknik Mesin (BKSTM)**

**Sekretariat : Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya dengan rahmat-Nya buku prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XVIII dapat diterbitkan. SNTTM XVIII dengan tema “Inovasi Maju dalam Teknik Mesin untuk Pembangunan Berkelanjutan” merupakan kegiatan tahunan Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia. SNTTM kali ini diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti (Usakti) pada tanggal 9-10 Oktober 2019 di Hotel Aston Kartika Grogol, Jakarta. Dengan terlaksananya seminar ini, diharapkan adanya kerjasama antar Program Studi Teknik Mesin seluruh Indonesia yang semakin erat dan baik dalam pengembangan peran ilmu teknik mesin dalam mendukung pembangunan nasional. Bersamaan dengan SNTTM XVIII kali ini, BKS-TM juga mengadakan kegiatan seminar internasional yang pertama kalinya, yang bernama *International Symposium on Advances and Innovations in Mechanical Engineering (ISAIME)*. ISAIME dan SNTTM XVIII diselenggarakan secara bersamaan dengan kepanitiaian dilakukan oleh Program Studi Teknik Mesin Usakti.

Artikel ilmiah pada prosiding SNTTM XVIII dilakukan seleksi dalam dua tahap: 1) seleksi abstrak untuk kegiatan seminar dan 2) seleksi makalah lengkap untuk prosiding daring. Pada seminar kali ini terdapat 135 makalah lengkap yang diseminarkan yang berasal dari berbagai institusi. Dari 135 makalah, tujuh makalah terpilih untuk diterbitkan di Jurnal Teknik Mesin Indonesia (JTMI). Oleh karena itu, pada prosiding SNTTM XVIII terdapat 128 artikel ilmiah, dengan perincian 46% pada bidang konversi energi, 18% konstruksi mesin, 16% teknik manufaktur, 18% rekayasa material dan 2% pendidikan teknik mesin. Sebagai informasi, artikel ilmiah yang diterbitkan pada prosiding ISAIME berjumlah 49 artikel.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada BKS-TM Indonesia, para pimpinan Program Studi Teknik Mesin, pembicara utama, sponsor, para pemakalah, serta segenap panitia yang telah berpartisipasi aktif atas terselenggaranya SNTTM XVIII dan terbitnya prosiding dari acara ini. Kami selaku panitia pelaksana juga memohon maaf atas kekurangan dan ketidaksempurnaan yang terjadi dalam keseluruhan proses penyelenggaraan seminar dan penerbitan buku prosiding. Akhir kata, semoga prosiding SNTTM XVIII ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Salam,

Daisman P.B. Aji, Ph.D

Ketua Panitia SNTTM XVIII

## PROFIL PEMBICARA UTAMA

Dalam rangkaian acara SNTTM XVIII telah diselenggarakan Sesi Pembicara Utama pada hari Rabu, 9 Oktober 2019, pukul 10.05-11.50 WIB. Acara tersebut dilaksanakan di *ballroom* Hotel Aston Kartika Grogol, Jakarta. Tiga pembicara telah hadir dan memberikan presentasinya dalam Sesi Pembicara Utama SNTTM XVIII.



### Profesor Yoshihiro Narita

Penasihat akademik JICA, Expert di C-BEST project. Beliau merupakan lulusan dari Universitas Hokkaido tahun 1974. Memulai karir sebagai dosen di Hokkaido Institute of Technology pada tahun 1980 – 1985. Menjabat sebagai Guru Besar di Fakultas Teknik, Universitas Hokkaido (*Division of Human Mechanical Systems and Design*) semenjak tahun 1991. Bidang penelitian mencakup *Composite Structures, Optimum Design, Systems Engineering, Computational Mechanics, Engineering Education*. Beliau pernah menjabat sebagai Ketua Cabang Hokkaido *Japan Society of Mechanical Engineers (JSME)* tahun 2008-2009 dan mendapat *Division Award for international contribution*. Selain itu, beliau merupakan anggota asosiasi *Japan Society of Mechanical Engineers, International Symposium on Vibration on continuous Systems, International Advisory Committee, Japan Reinforced Plastics Society, International Steering Committee, Society of Automotive Engineers of Japan, Japan Society of Kansei Engineering, The Japan Society for Science Policy and Research Management, dan Japanese Education Research Association*.



### Dr.Eng. Nobumasa Sekishita

Peneliti dan pengajar di Departemen Teknik Mesin, Toyohashi University of Technology, dengan jabatan sebagai *Associate Professor*. Beliau juga merupakan lulusan doktor dari universitas tersebut. Bidang penelitiannya mencakup *Fluid Dynamics* yaitu, *Wind Tunnel Experiment of Turbulent Shear Flow, Development of Flow Measurements and Analysis*, di mana beliau menginvestigasi fenomena pada *Buoyancy jet* pesawat jet dan *sphere wake* menggunakan Terowongan Angin. Beliau juga merupakan anggota Perhimpunan Akademik *Japan Society of Mechanical Engineers, Japan Society of Fluid Mechanics, The Physical Society of Japan, dan The Visualization Society of Japan*.



### **Ir. Sigit Puji Santosa, MSME, ScD, IPU**

- Direktur Lembaga Pengembangan Inovasi dan Kewirausahaan (LPIK) Institut Teknologi Bandung
- NIDN : 0019076702
- Scopus ID: 6701602153

#### RESEARCH AREAS

1. Hybrid and Electric Vehicle
2. Extended Range Electric Vehicle (EREV)
3. Solid Mechanics and Plasticity
4. Computational Structural Mechanics
5. CAD/CAE
6. Structural Crashworthiness/Blastworthiness
7. Occupant protection
8. Ultralight metal body structures
9. Armored Fighting Vehicles
10. Product Development: Car, SUV, Bus, LRT

#### EDUCATION

1. Massachusetts Institute of Technology, USA  
Degree / year : Doctor of Science, Sc.D. / 1999  
Major : Mechanical Engineering / Computational structural mechanics
2. Massachusetts Institute of Technology, USA  
Degree / year : Master of Science of Mechanical Engineering, MSME / 1997  
Major : Mechanical Engineering / Applied Mechanics
3. Institut Teknologi Bandung, Indonesia  
Degree /Year : Engineer, Ir. / 1991 (First class honor)  
Major : Mechanical Engineering / Structural Mechanics

#### PROFESSIONAL EXPERIENCES

1. Director, Institute for Innovation and Entrepreneurship Development, LPIK-ITB (2018-current)
2. Director, National Center for Sustainable Transportation Technology (CCR-NCSTT) (2017-current)
3. Chairman, Task Force for National Railway Center - NRC ITB (2016-current)
4. Faculty Staff - Faculty of Mechanical and Aerospace Engineering, FTMD-ITB (2014-current)
5. Research Scientist - Center for Industrial Engineering PRI-ITB, Light Weight Structure Laboratory, Bandung (2014-current)
6. Global Engineering Group Manager, Global Small, Compact, Crossover, Hybrid/EREV Vehicles (2010-2013)
7. Vehicle Crashworthiness and Safety Integration (2010-2013)
8. General Motors Company, Warren, MI (2010-2013)
9. Performance Integration Team Leader – Safety for Chevrolet Equinox, GMC Terrain, Cadillac SRX, SAAB SUV, and Next Generation Buick Compact Vehicle (2005-2010)
10. Safety & Crashworthiness Dept., General Motors Corp., Warren, MI (2005-2010)
11. Lead Performance Engineer for Cadillac DTS, Buick Lucerne, Chevrolet HHR (2004-2005)

12. Safety & Crashworthiness Department, General Motors Corp., Warren, MI. (2004-2005)  
Lead Performance Engineer for the Cadillac XLR, Corvette C6, Corvette Z06 (1999-2004)
13. Safety & Crashworthiness Dept., General Motors Corp., Warren, MI (1999-2004)  
Postdoctoral Associate, Impact & Crashworthiness Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA (1999) Research Assistant, Joint MIT/Industry Consortium on Ultralight Metal Structures, Massachusetts Institute of Technology (1996-1999)
14. Teaching Assistant, Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology (1996-1999)
15. Research Fellow, Finite Element Research Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA (1994-1996)

#### SCHOLARSHIPS, VISITING PROGRAMS

1. Indonesian Aerospace Industry Scholarship (1994-1996)
2. MIT Research Assistant (1996-1998)
3. MIT Teaching Assistant (1998-1999)
4. MIT Post-Doctoral Fellowship (1999)

#### AWARDS

1. Insinyur Profesional Utama (IPU), Indonesian Professional Engineer, 2017.
2. Royal Academy of Engineering Industry Academia Partnership Programme Award, Newton Fund, 2017.
3. Scopus/Google Scholar Impact Factor H-Index = 9
4. Technical Committee Member for ASEAN New Car Assessment Program
5. GM Chairman Honor Recipient – Best of the best engineering achievement for 2006 Corvette Z06 - All aluminum car design execution, 2006.
6. GM Chairman Honor Recipient – Best of the best engineering achievement on structural design solution for Cadillac DTS & Buick Lucerne rocker reinforcement, 2007.
7. 2007 Design for Six Sigma (DFSS) Green Belt Certification, 2017.
8. 2011 Design for Six Sigma (DFSS) Black Belt Certification, 2011.

## **TOPIK DAN SEBARAN MAKALAH**

1. Konversi Energi : 59 Makalah
2. Konstruksi Mesin : 23 Makalah
3. Teknik Manufaktur : 21 Makalah
4. Rekayasa Material : 23 Makalah
5. Pendidikan Teknik Mesin : 2 Makalah

## TENTANG BKS-TM

Badan Kerja Sama Teknik Mesin Indonesia (BKS-TM) adalah suatu organisasi yang dibentuk pada pertemuan ketua jurusan/program studi/departemen Teknik Mesin perguruan tinggi se-Indonesia pada tanggal 29 Mei 2002 di Jurusan Teknik Mesin ITS. Anggota dari BKS-TM adalah lembaga pendidikan tinggi yang menyelenggarakan pendidikan teknik mesin atau yang sejenis.

Tujuan pendirian BKS-TM adalah untuk:

- 1) menciptakan kondisi yang kondusif untuk meningkatkan kerja sama antar perguruan tinggi teknik mesin dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi
- 2) meningkatkan interaksi perguruan tinggi anggota dengan lembaga lain
- 3) meningkatkan sumber daya anggota dalam menjawab tantangan dan persaingan.

Saat ini keanggotaan BKS-TM sudah mencapai lebih dari 30 program studi Teknik Mesin yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



## TENTANG SNTTM

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh BKS-TM sebagai sarana untuk berbagi riset dan teknologi terbaru serta berbagi pengalaman terhadap pemecahan permasalahan di bidang keilmuan teknik mesin dalam lingkup nasional. Konferensi ini juga memberi kesempatan kepada para akademisi, pihak industri, komunitas, maupun para penentu kebijakan untuk membahas aktivitas dan kolaborasi di masa depan.

SNTTM XVIII bertujuan untuk mempertemukan para peneliti, profesional industri, dan mahasiswa dari disiplin ilmu Teknik Mesin. SNTTM XVIII, yang bertemakan “Inovasi Maju di Teknik Mesin untuk Pembangunan Berkelanjutan”, menawarkan lingkungan yang menarik dan merangsang peserta untuk berdiskusi dan bertukar pikiran mengenai hasil penelitian ilmiah terbaru. Pada tahun 2019 kali ini, seminar diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti (Usakti), pada tanggal 9-10 Oktober 2019 di Hotel Aston Kartika Grogol, Jakarta.

BKS-TM telah menyelenggarakan 17 kali SNTTM dengan tempat penyelenggara yang bergantian sebagai berikut:

1. SNTTM I (2002) dilaksanakan di ITS, Surabaya.
2. SNTTM II (2003) dilaksanakan di Unand, Padang.
3. SNTTM III (2004) dilaksanakan di Unhas, Makasar.
4. SNTTM IV (2005) dilaksanakan di Unud, Denpasar.
5. SNTTM V (2006) dilaksanakan di UI, Jakarta.
6. SNTTM VI (2007) dilaksanakan di Unsyiah, Banda Aceh.
7. SNTTM VII (2008) dilaksanakan di Unsrat, Manado.
8. SNTTM VIII (2009) dilaksanakan di Undip, Semarang.
9. SNTTM IX (2010) dilaksanakan di Unsri, Palembang.
10. SNTTM X (2011) dilaksanakan di Unibraw, Malang.
11. SNTTM XI (2012) dilaksanakan di UGM, Yogyakarta.
12. SNTTM XII (2013) dilaksanakan di Unila, Bandar Lampung.
13. SNTTM XIII (2014) dilaksanakan di UI, Jakarta.
14. SNTTM XIV (2015) dilaksanakan di Unlam, Banjarmasin.
15. SNTTM XV (2016) dilaksanakan di ITB, Bandung.
16. SNTTM XVI (2017) dilaksanakan di ITS, Surabaya.
17. SNTTM XVII (2018) dilaksanakan di Undana, Kupang.

## **SUSUNAN KEPANITIAAN**

### **Penanggungjawab**

Prof. dr. Ali Gufron Mukti, M.Sc, Ph.D (Pjs. Rektor, Universitas Trisakti)  
Prof. Dr. Ir. Indra Surjati, MT (Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti)

### **Penasehat**

Dr. Ario Sunar Baskoro, ST, MT, M.Eng (Universitas Indonesia)  
Ir. Tono Sukarnoto, MT (Universitas Trisakti)  
Dr. Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo, ST, M.Eng (Universitas Trisakti)

### **Panitia Pelaksana**

Ketua: Daisman P.B. Aji, ST, Ph.D  
Acara: Dr. Ir. Dorina Hetharia, M.Sc  
Sekretaris: Renny, SH, MH  
Bendahara: Tumini, SH  
Publisitas & Website:  
Achdianto, ST, MM  
Abigunto, ST  
Fajar Rahadian, ST  
Khaerul Rozy  
Sponsorship: Ir. Noor Eddy, MT  
Perlengkapan & Transportasi:  
Ir. Yusep Mujalis, MT  
Achmad Gozali

### **Editor**

Daisman P.B. Aji, ST, Ph.D  
Dr. Ir. Sally Cahyati, MT  
Dr. Ir. Triyono, MS  
Dr. Ir. Sjahrul Annas, MT

**REVIEWER**

Prof. Dr. Chalilullah Rangkuti  
Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan  
Dr. Triyono  
Dr. Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo  
Dr. Sally Cahyati  
Rosyida Permatasari, Ph.D  
Dr. Supriyadi N.S.  
Dr. Sentot Novianto  
Daisman P.B. Aji, Ph.D  
Dr. Willyanto  
Dr. Juliana Anggono  
Harto Tanujaya, Ph.D  
Dr. M. Sobron Yamin Lubis  
Dr. Erwin Siahaan  
Dr. Ekadewi Anggraini Handoyo  
Dr. Oegik Soegihardjo  
Dr. H. Dedi Lazuardi  
Dr. Steven Darmawan  
Dr. Abrar Riza  
Tono Sukarnoto, MT  
Noor Eddy, MT  
Jamal M. Afiff, M.Eng  
Gatot Santoso, MT  
Toto Supriyono, MT

## DAFTAR ISI

KONVERSI ENERGI [KE]		
KODE MAKALAH	JUDUL MAKALAH	HALAMAN
KE01	Performance Test Of Indirect Evaporative Cooler By Primary Air Flow Rate Variations <i>Bambang Yunianto, Fredy B. Hasugia, Berkah Fajar T.K., Nazarudin Sinaga</i>	KE01.1-7
KE02	Exergy and Energy Analysis of a Steam Power Plant Unit 3 at Tanjung Jati B with a Capacity of 660 MW <i>M.S.K. Tony Suryo Utomo, Eflita Yohana, Ignatius Apyando M.</i>	KE02.1-9
KE03	Exergy and Energy Analysis of a 660 MW Tanjung Jati B Unit 2 Steam Power Plant <i>Eflita Yohana, Tony Suryo Utomo, Fery Fahmi L</i>	KE03.1-8
KE04	PERBANDINGAN PRESTASI MESIN DAN EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR RON 90 DAN RON 92 <i>Yos Nofendri, M. Fajri Hidayat, Achmad Qibal</i>	KE04.1-9
KE05	Effect of Blade Profile Models on Savonius Wind Turbine Performance <i>Eka Sari Wijianti, Saparin, Yudi Setiawan, Aufar Fathul Karim</i>	KE05.1-5
KE06	Analysis of Pressure and Flow Patterns on Two-Phase (air-water) Flow in Horizontal Pipes with Scalloped Groove <i>Gufon Saiful Bachri, Rudy Soenoko dan Denny Widhiyanuriyawan</i>	KE06.1-5
KE07	Effect of Surface Roughness on Pool Boiling Heat Transfer Coefficient <i>Muhammad Dimiyati Nashrullah, Antonius Adhika Angkasa, Moses Gregory Ginting, Adhika Widyaparaga, Indro Pranoto</i>	KE07.1-10
KE08	Analysis of Heat Loss During Heating on Heater Element Segment Prototype for RCCS-RDNK Test Module <i>Malfin Alif Syafrial, Iwan Setyawan, R.R. Sri Poernomo Sari, Rahayu Kusumastuti, Mulya Juarsa, Dedy Haryanto, G. Bambang Heru K., Giarno</i>	KE08.1-5
KE09	Heat Effectiveness Rate Of Heater Tank Based On Temperature Variation in Pre-Fassip-02 Mod.01 Loop <i>Soelistianingsih Amelia Ramadhani Atmohadikusumo, M. Hadi Kusuma, Sri Poernomo Sari, Iwan Setiawan, G. Bambang Heru K., dan Mulya Juarsa</i>	KE09.1-8
KE10	EFFECT OF AIRFOIL SHAPE ON THE AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF VERTICAL ROTOR WIND TURBINES <i>Mochammad Resha, Andree Yohanes, dan Ridwan</i>	KE10.1-4

KE11	Effectiveness Of RPV Wall Heater In Heater Element Segment Prototype For RCCS-RDNK Test <i>Alviandy Rizky Utomo, Iwan Setyawan, R.R. Sri Poernomo Sari, Mukhsinun Hadi Kusuma, Rahayu Kusumastuti, Mulya Juarsa, Dedy Hayanto, G. Bambang Heru K. dan Giarno</i>	KE11.1-6
KE12	LAJU ALIRAN SIRKULASI ALAM OUTLET TANGKI PEMANAS BERDASARKAN VARIASI TEMPERATUR HEATER PADA UNTAI Pre-FASSIP-02 Mod.01 <i>Ade Suryana, Sri Poernomo Sari, Iwan Setyawan, G. Bambang Heru K., Mulya Juarsa, Ryan Oktaviandi</i>	KE12.1-7
KE13	Analysis of Aerodynamic Drag on Egrecif Etanol Vehicle Model <i>Nasaruddin Salam, Rustan Tarakka dan Fikri Fausi Takdir</i>	KE13.1-6
KE14	Analysis of The Effect of Windshield Slant Angles on Aerodynamic Drag of Minibus-Type Vehicles <i>Rustan Tarakka, Nasaruddin Salam, Mellinda Yusuf dan Musrifah</i>	KE14.1-6
KE15	Microwave Pyrolysis of Sugarcane Bagasse Waste <i>Andi Erwin Eka Putra dan Novriany Amaliyah</i>	KE15.1-4
KE16	The Efficiency of Drying Chamber for Egg Racks Made From Scrap Paper Using Rice Husk Stoves <i>Zuryati Djafar, Wildan Ginda, Wahyu H. Piarah, Zulkidli Djafar, Nasruddin Aziz</i>	KE16.1-4
KE17	EXPERIMENTAL STUDY OF CROSSFLOW TURBINES WITH VARIATIONS FLOW GUIDE IN RUNNER FOR SEA WAVE POWER PLANTS <i>Rizky Risdianto, Ismail dan Erlanda Augupta Pane</i>	KE17.1-10
KE18	ANALYSIS OF AIR PRESSURE DROP IN CEMENT TRANSFER PIPELINES USING PNEUMATIC CONVEYING <i>Angga Christiawan, Ramon Trisno</i>	KE18.1-5
KE19	Kalibrasi Sensor Temperatur Termokopel Tipe K dan DS18B20 Pada Temperatur Es Mencair dan Air Mendidih Sistem Dengan Akuisisi Data (DAQ) Berbasis Arduino <i>Arbi Riantono, Bambang Teguh, Raldi Artono Koestoer</i>	KE19.1-6
KE20	PRELIMINARY STUDY OF POWER GENERATION MODELS IN SPEED BUMPS <i>Hayyu Nabilah, Paryana Puspaputra, dan Rahmat Riza</i>	KE20.1-5
KE21	Comparison of Utilization of Physical Activated Coconut Shell and Rice Husk Charcoal to Save Fuel Consumption of a 4-Stroke Gasoline Motorcycle <i>Herry Wardono, Theofillius G. Naiborhu, A. Yudi E. Risano, M. Dyan S.E.S dan Amrizal</i>	KE21.1-6

# Analysis of Aerodynamic Drag on Egrecif Etanol Vehicle Model

Nasaruddin Salam<sup>1\*</sup>, Rustan Tarakka<sup>1</sup> dan Fikri Fausi Takdir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

<sup>2</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

\*Corresponding author: nassalam.unhas@yahoo.co.id

**Abstract.** The shape of the vehicle body is one of the various aspects (engine, transmission, steering, suspension, brakes, electricity, and aesthetics) that affect vehicle performance. The shape of the vehicle body is closely related to aerodynamic loads. To be able to reduce and eliminate these implications, modification of geometry is necessary. By modifying the geometry of the *egrecif etanol* vehicle model, it is expected less generation of aerodynamic drag. This study aims to analyze aerodynamic drag on *egrecif etanol* vehicle models. The research method used is computational and experimental methods. In the computing approach Fluent software is used. Meanwhile, in the experimental approach the load cell is used to validate the results obtained in the computational approach. The results show that the separation at the rear of the modified *egrecif etanol* vehicle model has decreased when compared to the *egrecif etanol* vehicle model without modification. The biggest reduction in aerodynamic drag obtained by modifying the *egrecif etanol* vehicle model with a computational approach is 51.68%, while the experimental approach the drag value is 55.63%.

**Abstrak.** Bentuk bodi kendaraan merupakan salah satu dari berbagai aspek (*engine*, transmisi, kemudi, suspensi, rem, kelistrikan, dan estetika) yang mempengaruhi performa kendaraan. Bentuk bodi kendaraan berkaitan erat dengan beban aerodinamika. Untuk dapat mereduksi dan mengeliminasi implikasi-implikasi tersebut, maka diperlukan modifikasi geometri. Dengan memodifikasi geometri model kendaraan *egrecif etanol* diharapkan mampu menghasilkan hambatan aerodinamika yang kecil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hambatan aerodinamika pada model kendaraan *egrecif etanol*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode komputasi dan eksperimen. Pada pendekatan komputasi dipergunakan *software fluent*. Sementara, pada pendekatan eksperimen dipergunakan *load cell* untuk memvalidasi hasil yang diperoleh pada pendekatan komputasi. Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa separasi di bagian belakang model kendaraan *egrecif etanol* yang dimodifikasi mengalami pengurangan bila dibandingkan dengan model kendaraan *egrecif etanol* tanpa modifikasi. Pengurangan hambatan aerodinamika terbesar yang diperoleh dengan memodifikasi model kendaraan *egrecif etanol* dengan pendekatan komputasi adalah 51,68%, sementara dengan pendekatan eksperimen yaitu 55,63%.

**Kata kunci:** Hambatan aerodinamika, Model *egrecif etanol*, separasi aliran.

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Kesetimbangan aerodinamika pada kendaraan tidak terlepas dari adanya separasi aliran dan gaya drag padat membentuk suatu medan aliran yang dikarakterisasi oleh suatu distribusi tekanan dan kecepatan yang berkaitan erat dengan timbulnya fenomena seperti separasi aliran, gaya drag dan gesekan kulit [1]

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*). Penyebab utama dari timbulnya gaya-gaya aerodinamis pada kendaraan adalah:

- 1) adanya distribusi tekanan pada permukaan bodi kendaraan yang bekerja pada arah normal pada permukaan kendaraan
- 2) adanya distribusi tegangan geser pada permukaan bodi kendaraan yang bekerja pada arah tangensial terhadap permukaan kendaraan.

Bentuk bodi kendaraan merupakan salah satu dari berbagai aspek (*engine*, transmisi, kemudi, suspensi, rem, kelistrikan, dan estetika) yang mempengaruhi performa kendaraan. Bentuk bodi kendaraan berkaitan erat dengan beban aerodinamika. Untuk dapat mereduksi dan mengeliminasi implikasi-implikasi tersebut, maka diperlukan modifikasi geometri. Dengan memodifikasi atau mendesain ulang geometri diharapkan mampu menghasilkan gaya hambat

(drag) yang semakin kecil sehingga penggunaan bahan bakar dan produksi gas buang dapat diminimalisir. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan desain optimal [2,3].

Penelitian mengenai aliran fluida yang melewati berbagai bentuk body mobil telah banyak dilakukan. Manan Desai dkk melakukan penelitian tentang gaya aerodinamika mobil secara eksperimen dan komputasi. Hasil nilai kritis *drag coefficient* ( $C_d$ ) yang diperoleh pada eksperimen adalah 0.40, sementara secara komputasi adalah 0.55 [4]. Damjanovic melakukan simulasi karakteristik aerodinamika mobil. Hasilnya dengan perubahan desain akan menghasilkan aliran udara yang lebih bagus saat melintasi mobil sehingga mobil akan menjadi lebih stabil dan menambah traksi [5].

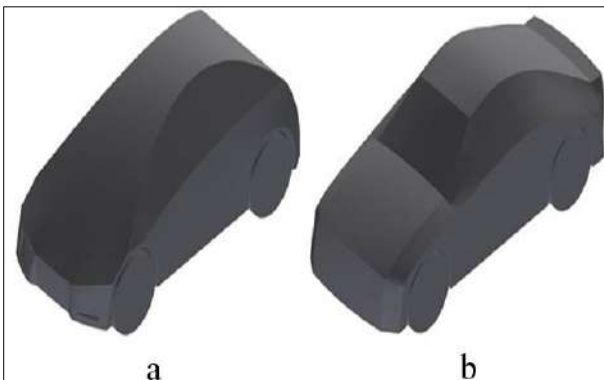
Koefisien drag didefinisikan dengan menggunakan luas karakteristik  $A$  yang mungkin berbeda tergantung pada bentuk bodi [6] :

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

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hambatan aerodinamika pada model kendaraan *egrecif etanol* melalui metode komputasional dan eksperimenal.

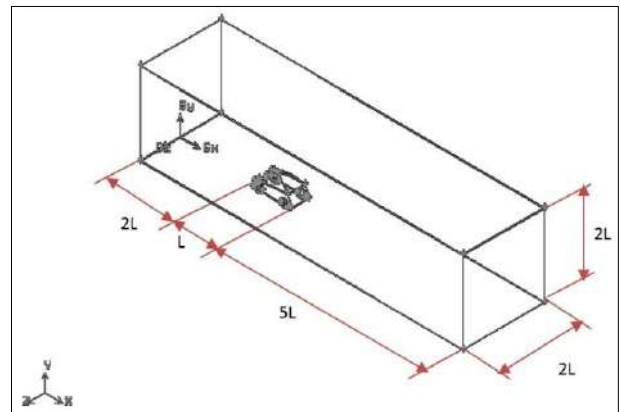
### Metode Penelitian

**Model uji.** Model uji yang digunakan pada penelitian ini adalah model *egrecif etanol* dan modifikasi *egrecif etanol*. Model kendaraan *egrecif etanol* merupakan salah satu kendaraan yang diperlombakan pada ajang Kontes Mobil Hemat Energi 2015. Model uji *egrecif etanol* yang digunakan mempunyai rasio geometri 1:30 dari model original. Karena itu model uji tersebut memiliki dimensi panjang  $l=102.2$  mm, dan tinggi  $h=43.9$  mm lebar  $w=39.9$  mm seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Disain model uji : a) agrecif etanol, b) modifikasi agrecif etanol

**Pendekatan Komputasi.** Penelitian dengan pendekatan komputasi adalah penelitian yang dilakukan dengan menggunakan komputer untuk menghasilkan informasi tentang bagaimana fenomena yang terjadi pada objek yang diteliti. Adapun *software* yang digunakan pada metode penelitian komputasi yaitu dengan menggunakan *software Fluent 6.3.26*. Komputasi domain pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Komputasi domain

Kecepatan *upstream* yang diberikan pada masing-masing model uji yaitu 5.56 m/s, 8.33 m/s, 11.11 m/s dan 13.89 m/s. Model turbulensi yang digunakan adalah *k-epsilon standard*. Adapun jenis meshing yang digunakan adalah jenis *tet/hybrid* dengan tipe *tgrid* dengan *mesh volume* yang dihasilkan sekitar 1.6 juta.

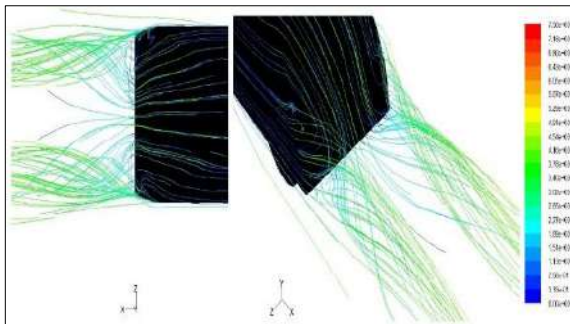
**Pendekatan Eksperimen.** Untuk memvalidasi hasil penelitian yang diperoleh dari pendekatan komputasional, maka dilakukan pengujian secara eksperimenal. Kecepatan *upstream* yang diberikan pada model uji yang ditempatkan pada seksi uji *wind tunnel sub-sonic* adalah sama dengan yang diberikan pada pendekatan komputasional yaitu 5.56 m/s, 8.33 m/s, 11.11 m/s dan 13.89 m/s. Pengukuran gaya aerodinamika dilakukan dengan menggunakan *loadcell*. Instalasi pengujian diperlihatkan pada Gambar 3.



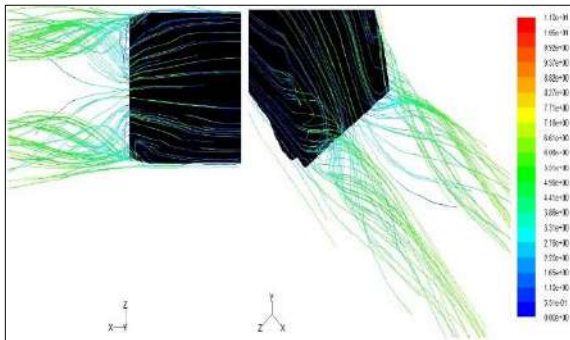
**Gambar 3.** Instalasi pengujian pada *wind tunnel sub-sonic*

### Hasil dan Pembahasan

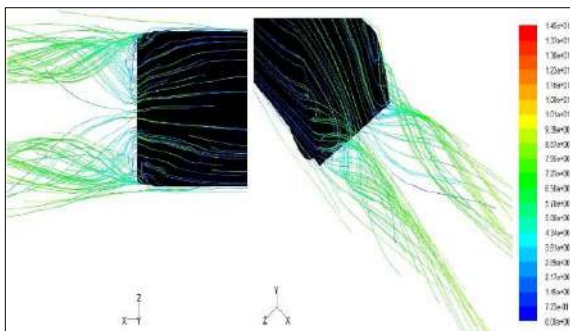
Gambar 4 menunjukkan *pathline* kecepatan pada model *egrecif etanol* dengan kecepatan *upstream* yang diberikan adalah 5.56 m/s, 8.33 m/s, 11.11 m/s dan 13.89 m/s. Dari Gambar 4 diperoleh informasi bahwa separasi terlihat pada bagian belakang *egrecif etanol*. Separasi aliran yang terjadi pada bagian belakang model *egrecif etanol* mengakibatkan adanya aliran balik sehingga olakan (*wake*) terbentuk. Separasi aliran terjadi karena fluida tidak dapat mengalir mengikuti bentuk permukaan *egrecif etanol*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Roumeas M et al, 2008 dimana separasi aliran yang terjadi pada bagian belakang model akan menyebabkan olakan [7]. Fenomena olakan pun juga berkontribusi dalam menentukan drag tekanan yang akhirnya mempengaruhi performa kendaraan tersebut [8].



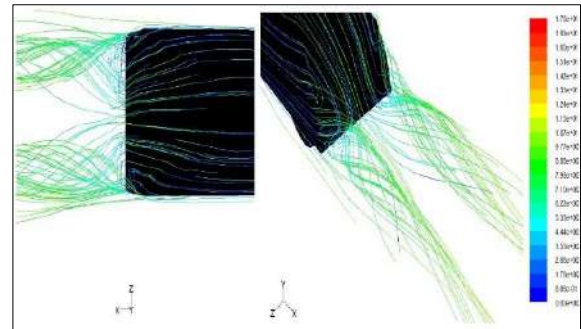
a. Kecepatan *upstream*,  $v = 5.56$  m/s



b. Kecepatan *upstream*,  $v = 8.33$  m/s



c. Kecepatan *upstream*,  $v = 11.11$  m/s

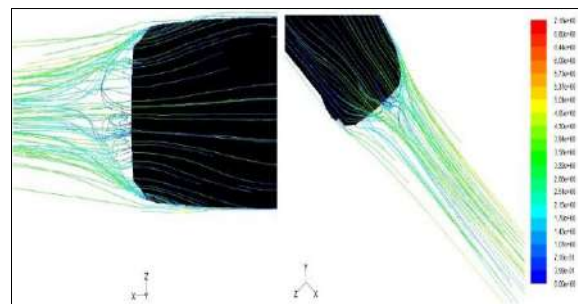


d. Kecepatan *upstream*,  $v = 13.89$  m/s

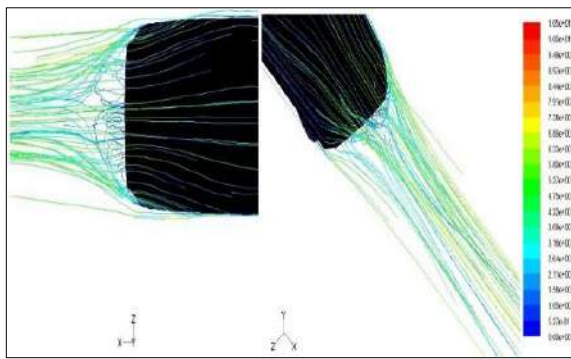
**Gambar 4.** *Pathline* kecepatan dengan variasi kecepatan *upstream* pada model *egrecif etanol*

Sementara, pada Gambar 5 memperlihatkan *pathline* kecepatan pada model modifikasi *egrecif etanol* dengan kecepatan *upstream* yang diberikan adalah 5.56 m/s, 8.33 m/s, 11.11 m/s dan 13.89 m/s. Informasi yang diperoleh dari Gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat pengurangan separasi aliran pada bagian belakang model modifikasi *egrecif etanol* jika dibandingkan dengan model *egrecif etanol*. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor bentuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya separasi aliran pada bagian belakang suatu model kendaraan.

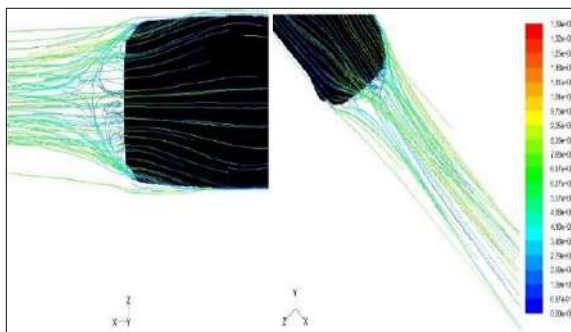
Hasil koefisien hambatan aerodinamika untuk model *egrecif etanol* secara komputasi ditampilkan pada Tabel 1. Sementara, untuk model modifikasi *egrecif etanol* dirangkum pada Tabel 2. Dari Tabel 1 dan Tabel 2 diperoleh informasi bahwa untuk 4 (empat) kondisi kecepatan *upstream*, terlihat bahwa koefisien hambatan aerodinamika yang diperoleh pada model modifikasi *egrecif etanol* lebih kecil jika dibandingkan dengan model *egrecif etanol*. Koefisien hambatan aerodinamika terkecil yang diperoleh pada model *egrecif etanol* sebesar 1.1224 dengan kecepatan *upstream* 13.89 m/s. Sementara, pada model modifikasi *egrecif etanol* sebesar 0.5423 juga dengan kecepatan *upstream* 13.89 m/s.



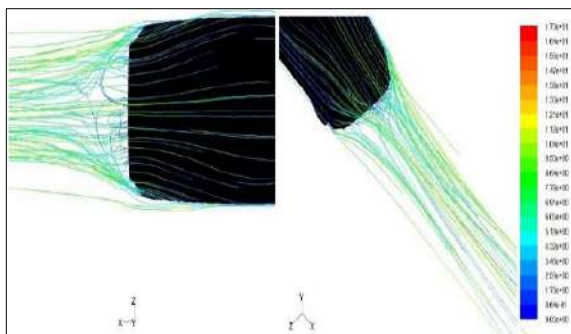
a. Kecepatan *upstream*,  $v = 5,56$  m/s



b. Kecepatan *upstream*,  $v = 8,33$  m/s



c. Kecepatan *upstream*,  $v = 11,11$  m/s



d. Kecepatan *upstream*,  $v = 13,89$  m/s

**Gambar 5.** Pathline kecepatan dengan variasi kecepatan *upstream* pada model modifikasi *egrecif etanol*

**Tabel 1.** Hasil koefisien hambatan aerodinamika model *egrecif etanol* (komputasi)

No.	$v$ (m/s)	$F_d$ (N)	$Re_L$	$C_d$
1	5.56	0.04215	37176.88	1.6296
2	8.33	0.07969	55765.32	1.3693
3	11.11	0.12767	74353.76	1.2340
4	13.89	0.18144	92942.20	1.1224

**Tabel 2.** Hasil koefisien hambatan aerodinamika model modifikasi *egrecif etanol* (komputasi)

No.	$v$ (m/s)	$F_d$ (N)	$Re_L$	$C_d$
1	5.56	0.02138	38869.33	0.8325
2	8.33	0.03893	58303.99	0.6737
3	11.11	0.06081	77738.66	0.5920
4	13.89	0.08705	97173.32	0.5423

Pada pendekatan eksperimental, hasil koefisien hambatan aerodinamika untuk model *egrecif etanol* diberikan pada Tabel 3. Dari Tabel 3, diperoleh informasi bahwa koefisien hambatan aerodinamika terkecil diperoleh pada kecepatan *upstream* 13.89 m/s sebesar 1.1055. Sementara, hasil koefisien hambatan aerodinamika untuk model modifikasi *egrecif etanol* diperlihatkan pada Tabel 4. Dari Tabel 4, terlihat bahwa koefisien hambatan aerodinamika terkecil sebesar 0.4905 terjadi juga pada kecepatan *upstream* 13.89 m/s.

**Tabel 3.** Hasil koefisien hambatan aerodinamika model *egrecif etanol* (eksperimen)

No.	$v$ (m/s)	$F_d$ (N)	$Re_L$	$C_d$
1	5.56	0.03897	37176.88	1.5067
2	8.33	0.07858	55765.32	1.3503
3	11.11	0.11662	74353.76	1.1272
4	13.89	0.17871	92942.20	1.1055

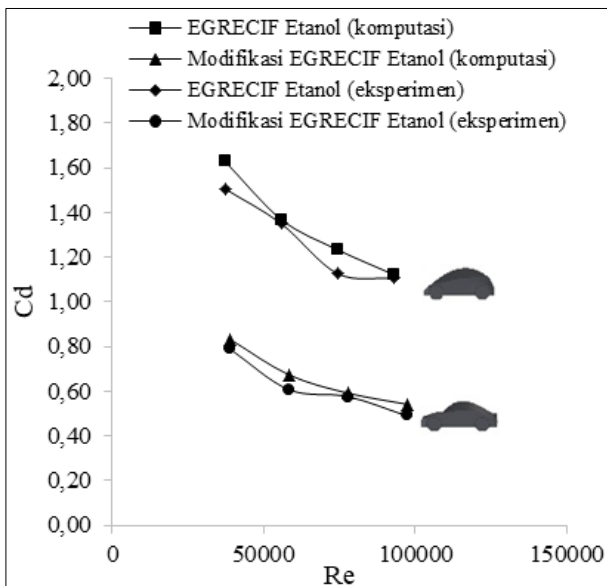
**Tabel 4.** Hasil koefisien hambatan aerodinamika model modifikasi *egrecif etanol* (eksperimen)

No.	$v$ (m/s)	$F_d$ (N)	$Re_L$	$C_d$
1	5.56	0.02026	38869.33	0.7889
2	8.33	0.03510	58303.99	0.6074
3	11.11	0.05920	77738.66	0.5763
4	13.89	0.07873	97173.32	0.4905

Hasil koefisien hambatan aerodinamika yang diperoleh pada kedua model uji untuk pendekatan komputasional dan eksperimental juga diperlihatkan pada Gambar 6. Gambar 6 memperlihatkan hubungan antara koefisien hambatan aerodinamika ( $C_d$ ) terhadap bilangan *Reynolds* ( $Re$ ). Dari Gambar 6, diperoleh informasi bahwa semakin besar bilangan *Reynolds* yang diberikan maka semakin kecil pula koefisien hambatan aerodinamika yang diperoleh. Hal tersebut disebabkan karena hubungan antara koefisien hambatan aerodinamika dengan bilangan *Reynolds* adalah berbanding terbalik. Pada penelitian ini, koefisien hambatan aerodinamika terkecil terjadi pada kecepatan *upstream* terbesar yaitu 13.89 m/s yang bersesuaian dengan bilangan *Reynolds* sebesar 92942.20 pada model *egrecif etanol* dan sebesar 97173.32 pada model modifikasi *egrecif etanol*.

Nilai pengurangan koefisien hambatan aerodinamika untuk pendekatan komputasional diberikan pada Tabel 5. Dari Tabel 5, diperoleh informasi bahwa pengurangan hambatan aerodinamika terbesar diperoleh pada kecepatan *upstream* 13.89 m/s 51.68%. Sementara untuk pendekatan eksperimental, nilai pengurangan

koefisien hambatan aerodinamika dirangkum pada Tabel 6. Dari Tabel 6, terlihat bahwa pengurangan hambatan aerodinamika terbesar diperoleh pada kecepatan *upstream* 13.89 m/s sebesar 55.63%.



Gambar 6. Hubungan koefisien hambatan aerodinamika ( $C_d$ ) terhadap bilangan Reynolds ( $Re$ )

Tabel 5. Pengurangan koefisien hambatan aerodinamika ( $C_d$ ) dengan pendekatan komputasional

v (m/s)	$C_d$		Pengurangan $C_d$ (%)
	Egrecif etanol	Modifikasi egrecif etanol	
5,56	1,6296	0,8325	48,91
8,33	1,3693	0,6737	50,80
11,11	1,2340	0,5920	52,03
13,89	1,1224	0,5423	51,68

Tabel 6. Pengurangan koefisien hambatan aerodinamika ( $C_d$ ) dengan pendekatan eksperimental

v (m/s)	$C_d$		Pengurangan $C_d$ (%)
	Egrecif etanol	Modifikasi egrecif etanol	
5,56	1,5067	0,7889	47,64
8,33	1,3503	0,6074	55,02
11,11	1,1272	0,5763	48,87
13,89	1,1055	0,4905	55,63

Adapun hasil hambatan aerodinamika, baik yang diperoleh secara komputasi maupun eksperimen menunjukkan kecenderungan yang sama. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Siregar M.R & Ambarita H, (2012) dimana

modifikasi geometri kendaraan memberikan dampak yang cukup besar terhadap hambatan aerodinamika kendaraan yang mampu mereduksi koefisien hambatan aerodinamika serta mengurangi konsumsi bahan bakar [9]. Selain itu, juga sejalan dengan penelitian terdahulu yang mengungkapkan bahwa semakin aerodinamis geometri kendaraan, hambatannya cenderung lebih kecil atau lebih stabil [10].

### Kesimpulan

1. Separasi di bagian belakang model kendaraan *egresif etanol* yang dimodifikasi mengalami pengurangan bila dibandingkan dengan model kendaraan *egrecif etanol* tanpa modifikasi.
2. Pengurangan hambatan aerodinamika terbesar yang diperoleh dengan memodifikasi model kendaraan *egrecif etanol* dengan pendekatan komputasi adalah 51,68%, sementara dengan pendekatan eksperimen yaitu 55,63%.

### Penghargaan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kapala Laboratorium Mekanika Fluida Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang mengizinkan dan memfasilitasi penelitian ini.

### Referensi

- [1] Subagyo, Rachmat, 2012. Kaji Eksperimental Karakteristik Aliran Eksternal Pada Benda Tumpul Segiempat Dengan Ujung Muka Ellips. Jurnal Teknologi Technoscintia, Vol. 4 No. 2 Februari 2012, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- [2] Bellman M et al, 2009. Numerical Drag Reduction Studies of Generic Truck Models Using Active Flow Control. Mechanical, Aerospace and Structural Engineering Department, Washington University in St. Louis. 39<sup>th</sup> AIAA Fluid Dynamics Conference.
- [3] Hassan et al, 2013. Numerical Study on Aerodynamic Drag Reduction of Racing Cars. Procedia Engineering 90 (2014) 308-313. 10<sup>th</sup> International Conference on Mechanical Engineering, ICME 2013.
- [4] Desai, M., Channiwal, S. A., dan Nagarsheth, H. J., 2008. Experimental and Computational Aerodynamic Investigations of a Car, Issue 4, Volume 3, October 2008. Mechanical Engineering Department Sardar Vallabhbhai

National Institute of Technology (SVNIT).  
India.

- [5] Damjanović, D., Kozak, D., Ivandrić, Ž., dan Kokanović, M., 2010. Car Design As A New Conceptual Solution And CFD Analysis In Purpose Of Improving Aerodynamics. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod. Croatia.
- [6] Cengel Y.A, Cimbala, 2006. Fluid Mechanics, Fundamentals and Applications. McGraw Hill. New York.
- [7] Roumeas M., Gillieron P., & Kourta A., 2008. Drag reduction by flow separation control on a car after body. Int. J. Numer. Meth. Fluids.
- [8] Krishnani, Pramod Nari. 2006. CFD Study Of Drag Reduction Of A Generic Sport Utility Vehicle. Mumbai: Mumbai University.
- [9] Siregar M.R & Ambarita H, 2012. Analisis koefisien drag pada mobil hemat energi , “Mesin USU“ dengan menggunakan perangkat lunak CFD. Jurnal e-Dinamis, Volume 3, No.3 Desember 2012. ISSN 2338-1035.
- [10] Suswanto B & Finahari N, 2013. Studi pengaruh model mobil dan variasi kecepatan angin terhadap gaya drag. Widya Teknika Vol. 20 No.1 : Maret 2013. ISSN 1411-0660 : 14-9