

**TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI**

**PEMBUATAN INSTRUMEN PENGUJIAN
AERODINAMIS PADA PROTOTIPE MOBIL HEMAT
ENERGI**

*Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

ABIMANYU RIZKIANDI
1407230202



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

LEMBAR PENGESAHAN I
TUGAS SARJANA
PEMBUATAN INSTRUMEN PENGUJIAN
AERODINAMIS PADA PROTOTIPE MOBIL HEMAT
ENERGI

Disusun Oleh :

NAMA : ABIMANYU RIZKIANDI

NPM : 1407230202

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing - I

(KHAIRUL UMURANI, S.T.,M.T.)

Pembimbing - II

(H. MUHARNIF M, S.T.,M.Sc.)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(AEBANDI, S.T.,M.T.)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN II
TUGAS SARJANA
PEMBUATAN INSTRUMEN PENGUJIAN
AERODINAMIS PADA PROTOTYPE MOBIL HEMAT
ENERGI

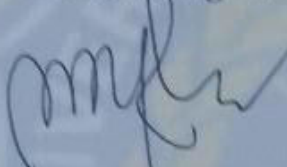
Disusun Oleh :

ABIMANYU RIZKIANDI
1407230202

Telah Diperiksa Dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 28 September 2018


Disetujui Oleh :

Pembanding – I



(MYANI, S.T.,M.T.)

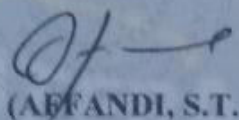
Pembanding – II



(CHANDRA A SIREGAR, S.T.,M.T.)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(AFFANDI, S.T.,M.T.)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama : ABIMANYU RIZKIANDI
NPM : 1407230202
Semester : 9
SPESIFIKASI :

Buatlah Instrumen pengukur
pangjin aerodinamis prototype
mobil hemat Energi

Diberikan Tanggal : 03 Oktober 2017
Selesai Tanggal :
Asistensi : Seminggu Sekali
Tempat Asistensi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Panti Asuhan Putra
Muhammadiyah Medan

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan,.....
Dosen Pembimbing – I


(Affandi, S.T.,M.T.)


(KHAIRUL UMURANI, S.T.,M.T.)



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menandatangani surat ini agar disetujui
nama dan tanggalnya

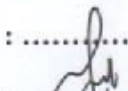
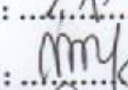
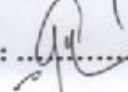
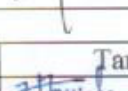
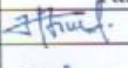
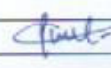
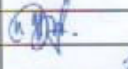




**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

NAMA : ABIMANYU R. PEMBIMBING – I : KHAIRUL UMURANI, S.T.,M.T.
NPM : 1407230202 PEMBIMBING – II : H. MUHARNIF M, S.T.,M.SC.

| NO | Hari / Tanggal | Uraian | Paraf |
|----|------------------------------|--|-------|
| | Sabtu / 29 Maret 2018 | Pemberian spesifikasi tugas Sarjana | ke |
| | Jumat / 30 Maret 2018 | Perbincangan Abstrak | ke |
| | Rabu / 11 April 2018 | Perbincangan pendahuluan | ke |
| | Jumat / 13 April 2018 | Perbincangan tugas pokok | ke |
| | Sabtu / 21 April 2018 | Perbincangan Metode penelitian | ke |
| | Selasa / 24 April 2018 | Lanjut ke pembimbing II | ke |
| | Senin / 14 Mei 2018 | Perbincangan gambar & tabel | f |
| | Kamis / 21 Juni 2018 | Perbincangan daftar pustaka | f |
| | Selasa / 2 Juli 2018 | Lanjut ke pembimbing II | f |
| | Jumat / 21 September 2018 | Lanjut ke pembimbing II Ae, Scim | ke |

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

Peserta Seminar
 Nama : Abimanyu Rizkiandi
 NPM : 1407230202
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Instrumen Pada Pengujian Aero Dinamis Pada Prototipe Mobil Hemat Energi

| DAFTAR HADIR | | | TANDA TANGAN |
|-----------------|-----------------------------|------------------|---|
| Pembimbing – I | : Khairul Umurani.S.T.M.T | : |  |
| Pembimbing – II | : H.Muharnif.S.T.M.Sc | : |  |
| Pembanding – I | : M.Yani.S.T.M.T | : |  |
| Pembanding – II | : Chandra A Siregar.S.T.M.T | : |  |
| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
| 1 | 1307230277 | HENDRA GUNAWAN |  |
| 2 | 1307230094 | FEBRI ADITIYA |  |
| 3 | 1307230210 | DWI SURYONO |  |
| 4 | 1407230166 | RiO Sudi Pratama |  |
| 5 | 1407230273 | MUKHLIS |  |
| 6 | 1307230131 | ALPIN LAZUADI |  |
| 7 | 1307230244 | ISMAL |  |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 23 Muharram 1440 H
03 Oktober 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T.M.T

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

NAMA : Abimanyu Rizkiandi
NPM : 1407230202
Judul T.Akhir : Pembuatan Instrumen Pada Pengujian Aero Dinamis Pada Prototipe Mobil Hemat Energi

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.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 pada khalimat untuk bagian yg direvisi

.....

- 3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

Medan 23 Muharram 1440H
03 Oktober 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

M.Yani.S.T.M.T

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

NAMA : Abimanyu Rizkiandi
NPM : 1407230202
Judul T.Akhir : Pembuatan Instrumen Pada Pengujian Aero Dinamis Pada Prototipe Mobil Hemat Energi

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.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 :

..... *What* *bulan* *pegas* *sarjana*
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 23 Muharram1440H
03 Oktober 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II


Chandra A Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Abimanyu Rizkiandi
Tempat / Tgl Lahir : Medan/12 Mei 1996
NPM : 1407230202
Bidang Keahlian : Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana saya ini yang berjudul :

"PEMBUATAN INSTRUMEN PENGUJIAN AERODINAMIS PADA PROTOTYPE MOBIL HEMAT ENERGI"

Bukan merupakan pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas sarjana saya secara orsinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk 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, 28 September 2018
Saya yang menyatakan,



ABIMANYU RIZKIANDI

ABSTRAK

Mobil hemat energi adalah mobil dimana penggunaan bahan bakar lebih hemat daripada mobil biasa. Dalam penelitian kali ini untuk memenuhi syarat hemat energi, maka dibuatlah sebuah instrumen pengujian untuk melihat efisiensi energi dari mobil berdasarkan aerodinamis dan berat yang terjadi. Dalam pengujiannya digunakan 3 buah prototipe mobil hemat energi yang berbeda bentuk bodinya. Instrumen pengujian itu terdiri dari 2 instrumen yaitu, Manometer U yang digunakan untuk melihat tekanan angin yang terjadi apabila mobil sedang berjalan dan instrumen gaya dorong untuk melihat berat mobil yang telah dilengkapi oleh *arduino* UNO yang dibantu oleh sensor *load cell* yang terhubung ke sebuah laptop. Setelah melaksanakan pengujian didapatkan nilai koefisien gesek yang terjadi dari ketiga prototipe tersebut, dimana prototipe berwarna kuning mempunyai nilai koefisien gesek tertinggi 0,1594007 dan gaya aksi reaksi tertinggi 209,1597 N, prototipe berwarna hijau mempunyai nilai koefisien gesek tertinggi 0,0149649 dan gaya aksi reaksi tertinggi 110,145 N, prototipe berwarna hijau mempunyai nilai koefisien gesek tertinggi 0,0192631 dan gaya aksi reaksi tertinggi 70,5709 N.

Kata Kunci : Mobil Hemat Energi, Aerodinamis, Instrumen Pengujian

KATA PENGANTAR



Assalaamu 'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayahNya maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang mana sudah menjadi kewajiban yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Prodi Teknik Mesin dalam menyelesaikan Studinya, untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari dosen pembimbing merencanakan sebuah ” **PEMBUATAN INSTRUMEN PENGUJIAN AERODINAMIS PADA PROTOTYPE MOBIL HEMAT ENERGI**”.

Untuk menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. ALLAH SWT, yang telah memberikan penulis anugerah terindah dalam hidup ini yaitu iman dan taqwa.
2. Kedua orang tua penulis Bapak **Suparna** dan Ibu **Siti Rodiah** yang telah memberikan kasih sayangnya yang tak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana.
3. Bapak **Khairul Umurani, S.T.,M.T.** , selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik dan selaku Dosen Pembimbing I Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak, **H. Muharnif M, S.T., M.Sc.** , selaku Dosen Pembimbing II Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak **M Yani, S.T.,M.T.** , selaku Dosen Pembimbing I Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak **Chandra A. Siregar, S.T.,M.T.** , selaku Dosen Pembimbing II dan selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Bapak **Affandi S.T.,M.T.** , selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.

8. Abangda **Arya Rudi Nasution,S.T**, Abangnda **Arfian Arif,S.T**, Abangnda **Wawan Septiawan Damanik, S.T** dan Abangda **Iqbal Tanjung, S.T**. yang telah membantu dalam proses pembuatan alat.
9. Seluruh staf pengajar dan birokrasi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Seluruh keluarga besar Mbah **Sudiwarsono** dan Kakek **Waspodo**, terkhusus buat adik kandung saya tercinta Widia Suryaningsih, yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya tugas sarjana ini dengan baik.
11. **Sumar Sella**, selaku orang terkasih yang telah memberikan perhatian dan semangat kepada penulis yang tak ternilai sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana.
12. Teman satu perjuangan **Mobil Hemat Energi** dan seluruh teman teman **C1 Pagi, Stambuk 2014**.

Penulis menyadari tugas sarjana ini jauh dari sempurna dan banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tulisan dan kesempurnaan tugas sarjana ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca. Apabila ada kesalahan, semata-mata kekhilafan penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanyalah milik *Allah Subhanallahu wa Ta'ala*.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Medan, 28 September 2018
Penulis

ABIMANYU RIZKIANDI
1407230202

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| LEMBAR SPESIFIKASI | |
| LEMBAR ASISTENSI | |
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR NOTASI | ix |

| | Halaman |
|--|-----------|
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4.1. Tujuan Umum: | 3 |
| 1.4.2. Tujuan Khusus: | 3 |
| 1.5. Manfaat Penulisan | 4 |
| 1.6. Metode Penulisan: | 4 |
| 1.7. Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Motor Bakar | 6 |
| 2.1.1 Sistem Pembakaran Pada Motor Bakar | 6 |
| 2.2. Bahan Bakar Fosil | 7 |
| 2.3. Fenomena Aerodinamika Mobil | 8 |
| 2.4 <i>Wind Tunnel</i> | 11 |
| 2.4.1 Klasifikasi Terowongan Angin | 12 |
| 2.5. <i>Blower</i> | 14 |
| 2.6. <i>Microcontroler</i> | 14 |
| 2.7. Sensor Berat (<i>Load Cell</i>) | 15 |
| 2.8. Manometer U | 17 |
| 2.9. Prototipe Mobil Hemat Energi | 18 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 21 |
| 3.1. Waktu dan tempat penelitian | 21 |
| 3.1.1. Tempat | 21 |
| 3.1.2. Waktu | 21 |
| 3.2. Bahan dan Alat | 22 |
| 3.2.1. Bahan pembuatan intrumen | 22 |
| 3.2.2. Bahan yang akan diuji | 33 |
| 3.2.3. Alat Penguji | 34 |
| 3.3. Diagram Alir Eksperimen | 37 |
| 3.4. Pembuatan Instrument Pengujian | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.1. Langkah-langkah pembuatan Manometer U | 38 |
| 3.4.2. Langkah-langkah pembuatan instrumen gaya dorong | 40 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 48 |
| 4.1. Hasil Pengujian Manometer U | 48 |
| 4.2. Hasil Pengujian Instrumen Gaya Dorong | 51 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 56 |
| 5.1. Kesimpulan | 56 |
| 5.2. Saran | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Diagram sirkuit terbuka, juga dikenal sebagai open-kembali, terowongan angin (dari NASA) | 12 |
| Gambar 2.2 Atas tampilan sirkuit tertutup, juga dikenal sebagai ditutup kembali, terowongan angin (NASA) | 13 |
| Gambar 2.3 <i>Arduino UNO</i> | 15 |
| Gambar 2.4 Bentuk fisik <i>load cell</i> | 16 |
| Gambar 2.5 Manometer U | 17 |
| Gambar 2.6 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Kuning (Mobil 1) | 19 |
| Gambar 2.7 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Hijau (Mobil 2) | 19 |
| Gambar 2.8 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Merah (Mobil 3) | 20 |
| Gambar 3.1 Selang <i>Infuse</i> | 22 |
| Gambar 3.2 <i>Connector Infuse</i> | 22 |
| Gambar 3.3 Etanol | 23 |
| Gambar 3.4 Pewarna Makanan | 23 |
| Gambar 3.5 Wadah | 24 |
| Gambar 3.6 Kertas Millimeter | 24 |
| Gambar 3.7 Gunting | 25 |
| Gambar 3.8 Lem | 25 |
| Gambar 3.9 Gergaji | 26 |
| Gambar 3.10 Palu | 26 |
| Gambar 3.11 Klem Kabel | 27 |
| Gambar 3.12 Papan Triplek | 27 |
| Gambar 3.13 Penggaris | 28 |
| Gambar 3.14 Bantalan | 28 |
| Gambar 3.15 Baut | 29 |
| Gambar 3.16 Mur | 29 |
| Gambar 3.17 Bor | 30 |
| Gambar 3.18 Obeng | 30 |
| Gambar 3.19 Kunci Pas | 30 |
| Gambar 3.20 <i>Arduino UNO</i> | 31 |
| Gambar 3.21 <i>Cable Jumper</i> | 31 |
| Gambar 3.22 Sensor <i>Load Cell</i> | 32 |
| Gambar 3.23 Kabel USB | 32 |
| Gambar 3.24 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Kuning (Mobil 1) | 33 |
| Gambar 3.25 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Hijau (Mobil 2) | 34 |
| Gambar 3.26 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Merah (Mobil 3) | 34 |
| Gambar 3.27 Manometer U | 34 |
| Gambar 3.28 <i>Arduino UNO</i> | 35 |
| Gambar 3.29 Sensor <i>Load Cell</i> | 36 |
| Gambar 3.30 Laptop | 36 |
| Gambar 3.31 Instrumen Gaya Dorong | 36 |
| Gambar 3.32 Diagram Alir Eksperimen | 37 |
| Gambar 3.33 Pemotongan Papan Triplek | 38 |
| Gambar 3.34 Pemotongan Kertas Milimeter | 38 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.35 Pencampuran Etanol Dengan Pewarna Didalam Wadah | 39 |
| Gambar 3.36 Cairan Etanol Dalam Selang <i>Infuse</i> | 39 |
| Gambar 3.37 Pemasangan Selang <i>Infuse</i> Pada Papan Triplek | 40 |
| Gambar 3.38 Pemotongan Papan Triplek Untuk Instrument Gaya Dorong | 41 |
| Gambar 3.39 Pemillingan Papan Triplek | 41 |
| Gambar 3.40 Melubangi Papan Triplek | 42 |
| Gambar 3.41 Pemasangan Baut Dengan Lem 2 Ton | 42 |
| Gambar 3.42 Pemasangan <i>Connector Infuse</i> | 43 |
| Gambar 3.43 Peletakkan Bantalan Pada Papan Triplek | 43 |
| Gambar 3.44 Pemasangan <i>Load Cell</i> | 44 |
| Gambar 3.45 Menghubungkan Semua Instrument Sebelum Pengujian | 44 |
| Gambar 3.46 tampilan awal untuk membuka <i>software arduino</i> | 45 |
| Gambar 3.47 Tampilan Awal Software Setelah Dibuka | 45 |
| Gambar 3.48 Memasukkan Bahasa c Pada <i>Software</i> | 46 |
| Gambar 3.49 Pengujian | 46 |
| Gambar 3. 50 perbaikan bahasa c | 47 |
| Gambar 4.1. Grafik Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 1 | 48 |
| Gambar 4.2. Grafik Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 2 | 49 |
| Gambar 4.3. Grafik Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 3 | 50 |
| Gambar 4.4. Grafik Hasil Dari Pengujian Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 1 | 52 |
| Gambar 4.5. Grafik Hasil Dari Pengujian Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 2 | 53 |
| Gambar 4.6. Grafik Hasil Dari Pengujian Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 3 | 54 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Table 2.1 Spesifikasi Prototipe Mobil Hemat Energi | 20 |
| Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian | 21 |
| Tabel 3.2 Hasil Pengujian Manometer U Pada Mobil Nomor 1 | 49 |
| Tabel 3.3 Hasil Pengujian Manometer U Pada Mobil Nomor 2 | 50 |
| Tabel 3.4 Hasil Pengujian Manometer U Pada Mobil Nomor 3 | 51 |
| Tabel 3.5 Hasil Pengujian Gaya Dorong Pada Mobil Nomor 1 | 52 |
| Tabel 3.6 Hasil Pengujian Gaya Dorong Pada Mobil Nomor 2 | 53 |
| Tabel 3.7 Hasil Pengujian Gaya Dorong Pada Mobil Nomor 3 | 54 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|--------|---|----------------------|
| Fd | = massa yang diakibatkan oleh aerodinamis | (kg) |
| Cd | = Koefisien gesek | |
| ρ | = masa jenis | (kg/m ³) |
| V | = volume | (m ³) |
| a | = percepatan | (m/s ²) |
| A | = luas alas | (m ²) |
| F | = gaya | (N) |
| m | = massa | (kg) |
| e | = energi | (J) |
| q | = kalor persatuan massa | (J) |
| Q | = kalor yang diakibatkan efek viskositas | (J) |
| W | = kerja | (J) |
| v | = kecepatan | (m/s) |
| t | = waktu | (s) |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsumsi energi di sektor transportasi dari tahun ke tahun telah meningkat secara signifikan. Kebutuhan energi yang terbesar didominasi oleh angkutan darat sebesar 80 % dari total kebutuhan. Transportasi darat diperkirakan akan tumbuh sebesar 5.2 % per tahun sedangkan untuk transportasi air dan udara naik masing-masing sebesar 7.1 % dan 6.6 % pertahun. Transportasi air yang tumbuh paling cepat hanya mempunyai pangsa 14 % sedangkan transportasi udara dengan pangsa 9 % pada tahun 2021. Pangsa transportasi dengan menggunakan kereta api diperkirakan masih sangat rendah. Kebutuhan bahan bakar untuk sector transportasi secara keseluruhan didominasi oleh minyak diesel diikuti oleh bensin. Kedua bahan bakar tersebut dikonsumsi lebih dari 85 % dari total kebutuhan. Sisanya adalah minyak tanah dan FO. Konsumsi BBM akan meningkat dengan pertumbuhan sebesar 6.2 % per tahun. Pada tahun 2021 sektor ini memerlukan BBM sebesar 83 % dari total produksi BBM nasional. Untuk jangka panjang bahan bakar gas (BBG) yang dapat digunakan untuk mobil LPG (*Liquid Petroleum Gas*) dan CNG (*Compressed Natural Gas*) mempunyai potensi untuk dikembangkan seperti yang dinyatakan dengan bahan bakar lainlain pada Gambar 3. Bahan bakar lain-lain di sini termasuk konsumsi energi listrik untuk kereta api yang tumbuh sebesar 6.5 % per tahun. Pangsa konsumsi energi listrik ini masih sangat kecil yaitu sebesar 0.2 % pada tahun 2021 atau sebesar 5 PJ/tahun.

Dalam menganalisa performa suatu kendaraan bermotor yang perlu diperhatikan adalah bentuk bodi dari kendaraan itu. Hal ini karena bentuk bodi akan akan berpengaruh terhadap gaya-gaya aerodinamis yang terjadi saat kendaraan dijalankan. Gaya aerodinamis adalah gaya yang timbul oleh adanya gerakan angin yang timbul di sekeliling benda. Gaya ini terdiri dari gaya angkat (*lift*), gaya hambat (*drag*) dan gaya samping (*side*). Untuk mengamati dan menganalisa besarnya gaya-gaya itu dibutuhkan suatu alat yang disebut *Wind Tunnel*. *Wind Tunnel* adalah suatu alat uji untuk mengetahui kondisi suatu aliran fluida yang mengalir melewati suatu objek. Objek yang ingin diteliti adalah prototipe mobil hemat energi. Di mana alat uji ini berfungsi menghasilkan aliran angin dengan kecepatan yang seragam dengan tingkat turbulensi serendah mungkin pada saat aliran mencapai *test section*. Keseragaman aliran ini dimaksudkan untuk mempermudah perhitungan gaya aerodinamis yang terjadi pada benda uji pada saat pengujian. Dengan aliran yang seragam dan merata pada tiap posisi maka akan terbentuk aliran laminar, di mana aliran inilah yang akan digunakan dalam pengujian. *Wind Tunnel* terdiri dari beberapa bagian yaitu: *settling chamber*, *contraction cone*, *test section*, *diffuser* dan *drive section*.

Untuk mencari nilai data akuisisi dari aerodinamis pada percobaan tadi, maka digunakanlah suatu alat bantu untuk menghitungnya yang berbasis *Arduino UNO*. Dari *Arduino UNO* tersebut data aerodinamis prototype diambil setelah dilakukan pengujian pada *Wind Tunnel*.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah pembuatan instrumen pada pengujian aerodinamis pada mobil hemat energi ?
2. Apakah nilai gaya aksi dan reaksi telah sesuai untuk dibuat pada mobil hemat energi aslinya ?
3. Apakah nilai penurunan tekanan telah sesuai untuk dibuat pada mobil hemat energi aslinya ?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam tugas sarjana ini adalah:

1. Alat yang digunakan adalah prototipe dari mobil hemat energi
2. Nilai aerodinamis yang tercatat pada *Arduino* UNO.
3. Pembuatan instrumen pengujian aerodinamis berbasis *Arduino* UNO.

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum:

1. Pembuatan instrumen pengujian aerodinamis prototipe dari mobil hemat energi

1.4.2. Tujuan Khusus:

1. Untuk membuat intrumen pengujian aerodinamis agar bisa diterapkan pada mobil hemat energi aslinya

2. Untuk mendapatkan nilai gaya aksi dan reaksi yang terjadi selama pengujian aerodinamis pada prototipe mobil hemat energi
3. Untuk mendapatkan nilai penurunan tekanan yang terjadi selama pengujian aerodinamis pada prototipe mobil hemat energi

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat penulisan dari tugas akhir ini adalah:

1. Sebagai sumbangan informasi berkaitan dengan mobil hemat energi.
2. Meningkatkan kualitas penelitian dan penulisan tentang Instrumen Pengujian pada mobil hemat energi
3. Memberi tambahan referensi di bidang analisa maupun mata kuliah.

1.6. Metode Penulisan:

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mempergunakan beberapa metode, antara lain :

1. Melakukan studi literature dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan Tugas Akhir yang disusun.
2. Melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang dapat membantu dalam kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan mencakup keseluruhan isi penulisan yang diuraikan oleh masing-masing bab. Sistematika penulisan yang dibuat adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang permasalahan, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan diterangkan mengenai dasar-dasar teori yang berkaitan dengan pembahasan mobil hemat energi ,dan sistem kerja mobil hemat energi.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini proses pembuatan instrumen pengujian mobil hemat energi.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis akan mengolah data-data yang di peroleh dan membandingkannya serta merancang dari hasil yang telah didapat maka solusi dari permasalahan dapat dihadapi.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan tentang kesimpulan-kesimpulan dan saran-saran yang didapat dari hasil pembahasan dan pengamatan penulis.

PENUTUP

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran juga mengubah energi tersebut yang terjadi didalam dan diluar mesin kalor.

2.1.1 Sistem Pembakaran Pada Motor Bakar

Mesin atau *engine* dapat dibagi menjadi 2, berdasarkan sistem pembakarannya yaitu sistem pembakaran dalam (*internal combustion engines*) dan sistem pembakaran luar (*external combustion engines*). Pembagian mesin menurut sistem pembakarannya didasarkan pada tempat proses pembakaran yang terjadi. Contohnya pada mesin sepeda motor. Agar sebuah sepeda motor dapat berjalan dengan normal, mesinnya memerlukan suatu proses pembakaran untuk menghasilkan energi yang nantinya akan menggerakkan sepeda motor tersebut. Suatu sistem pembakaran memerlukan 3 hal agar dapat menghasilkan energi yang diperlukan oleh mesin, yaitu bahan bakar, media pembakarannya, dan tempat terjadi pembakarannya. Pada sepeda motor, bahan bakar yang dimaksud adalah bensin dan udara yang mengandung oksigen. Media pembakarannya berupa busi (*sparkplug*) untuk menghasilkan api dan sistem silinder sebagai alat kompresinya, sedangkan tempat terjadinya proses pembakaran ada didalam suatu ruang bakar (*combustion chamber*). Dikarenakan proses pembakarannya didalam *combustion*

chamber (termasuk ruang tertutup) maka mesin sepeda motor termasuk sistem pembakaran dalam. Salah satu contohnya adalah gambar 2.1 berikut. Menurut sistem penyalannya, *internal combustion engine* dibagi menjadi dua jenis yaitu motor diesel dan motor bensin. Penyalaan pada motor bensin terjadi karena loncatan bunga api listrik yang dipercikan oleh busi atau juga sering disebut juga *sparkplug*. Motor bensin dapat juga disebut sebagai motor otto. Motor tersebut dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan bunga api listrik yang membakar campuran bahan bakar dan udara karena motor ini cenderung disebut *spark ignition engine*. Pembakaran bahan bakar dengan udara ini menghasilkan daya.

2.2. Bahan Bakar Fosil

Minyak bumi, gas alam, dan batu bara dikatakan sebagai bahan bakar fosil karena pada dasarnya mereka memang fosil. Bahan bakar fosil terbentuk lewat proses alamiah berupa pembusukan dari *organisme* yang mati ratusan juta tahun lalu. Dinosaur, pepohonan, dan hampir semua makhluk hidup yang mati, terendapkan di tanah, dan sekarang telah menjadi minyak bumi, gas alam, atau batu bara. Gas alam berbentuk gas, minyak bumi berbentuk cair, dan batu bara berbentuk padat. Perbedaan wujud mereka disebabkan perbedaan pada tekanan dan panas yang mereka terima di perut bumi selama jutaan tahun.

Bahan bakar fosil adalah sumber energi yang tak dapat diperbaharui karena perlu jutaan tahun untuk terbentuk, dan sumber yang ada lebih cepat habis ketimbang terbentuk yang baru. Produksi dan pemakaian bahan bakar fosil menyebabkan masalah-masalah lingkungan. Gerakan global menuju

pembangkitan energi terbarukan dilakukan untuk membantu memenuhi meningkatnya kebutuhan energi.

Minyak mentah berat, yang lebih kental dari minyak mentah biasa, dan pasir aspal yang merupakan campuran bitumen dengan pasir dan tanah liat, menjadi sumber bahan bakar fosil yang penting. Lantas minyak dan bahan sejenis adalah batuan endapan yang mengandung kerogen, sebuah campuran kompleks senyawa organik dengan berat molekul besar, yang menghasilkan minyak mentah sintesis ketika dipanaskan (*pirolisis*). Bahan ini belum dieksploitasi secara komersial untuk saat ini. Bahan bakar ini dapat digunakan untuk mesin pembakaran internal, pembangkit listrik bahan bakar fosil, dan kegunaan lainnya.

2.3. Fenomena Aerodinamika Mobil

Pertimbangan aerodinamika menjadi penting dalam desain kendaraan darat seperti truk dan mobil dikarenakan gaya aerodinamika memberikan beban tambahan pada mesin kendaraan, hal ini berasal dari gaya tahanan. Perhatikan suatu kendaraan melaju pada kecepatan konstan pada jalan datar. Kendaraan tersebut mengalami dua gaya yang menghambat gerak lajunya: perlawanan *rolling* (*rolling resistance*) dan tahanan aerodinamika. Perlawanan *rolling* berkaitan dengan deformasi menerus dari roda kendaraan. Penjumlahan antara tahanan aerodinamika dan perlawanan *rolling* disebut dengan beban jalan (*road load*). Mesin kendaraan harus secara terus-menerus menyediakan daya untuk mengatasi beban jalan tersebut. Daya tersebut merupakan hasil perkalian dari beban jalan dengan kecepatan kendaraan. variasi dari daya beban jalan terhadap kecepatan kendaraan untuk suatu kendaraan truk trailer (traktor-trailer truck).

Berikut ini merupakan perumusan untuk menentukan tahanan angin pada kendaraan.

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot V_a^2 \cdot A_f \quad (2.1)$$

Daya perlawanan rolling hampir-hampir linier terhadap kecepatan, sedangkan daya tahanan aerodinamika bervariasi terhadap pangkat tiga kecepatan (koefisien tahanan mendekati konstan). Kurva perlawanan *rolling* dan kurva tahanan aerodinamika berpotongan (masing-masing berkontribusi sama pada beban jalan) pada suatu kecepatan antara sekitar 50 mph (80 km/h) dan 60 mph (96 km/h). Di atas kecepatan ini, daya yang dibutuhkan untuk mengatasi tahanan aerodinamika meningkat secara cepat dan menjadi faktor pengontrol dalam kecepatan kendaraan.

Adapun tujuan praktis utama dari ilmu aerodinamika antara lain :

1. Prediksi gaya dan moment, serta perpindahan kalor pada benda yang bergerak melalui suatu fluida (biasanya udara). Misalkan perhitungan *Lift*, *drag* serta *thrust* pada pesawat terbang, perhitungan gaya yang diderita oleh gedung-gedung yang terkena angin kencang, turbin angin dan masih banyak lagi. Hal tersebut disebut *external aerodynamics*.

2. Penentuan aliran melalui saluran tertutup. Seperti misalnya kecepatan, tekanan ataupun suhu aliran pada *exhaust* mesin jet, roket ataupun aliran di dalam *wind tunnel*. Hal tersebut disebut *internal aerodynamics*.

Dapat dikatakan bahwa aerodinamika adalah ilmu yang relatif kompleks, sehingga dalam artikel ini hanya akan disebutkan hal-hal yang mendasari aerodinamika secara umum, kemudian persamaan yang digunakan adalah integral,

diferensial dan vektor maka disarankan untuk menguasai kalkulus dan matematika teknik terlebih dahulu sebelum mendalami cabang ilmu ini, namun tentu saja yang paling penting untuk memahami aerodinamika adalah konsep dan arti fisis dari persamaan itu sendiri. Adapun pada akhirnya, persamaan-persamaan yang kompleks tersebut akan diselesaikan dengan menggunakan komputer seperti *computational fluid dynamics* (CFD) dengan mudah, sehingga tidak perlu berkecil hati saat menemui kesulitan dalam mempelajari ilmu dasar aerodinamika.

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

1. Hukum kekekalan massa

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

Karena pada kasus-kasus aerodinamika yang sering terjadi dilapangan adalah aliran tunak (steady), serta terjadi pada luas permukaan input dan output tertentu (misalkan pipa, atau *wind tunnel*).

2. Hukum kekekalan momentum

Hukum kekekalan momentum yang paling umum digunakan untuk kasus aliran fluida adalah hukum kedua newton, yaitu gaya adalah laju perubahan momentum, yaitu :

$$F = \frac{d}{dt}(m.v) \quad (2.2)$$

Dengan F = vektor gaya, m = massa, dan V = vektor kecepatan. Yang mana perkalian antara $m.v$ adalah momentum. Kemudian hubungan diatas diturunkan kedalam bentuk dengan variabel-variabel aerodinamika yakni tekanan, massa jenis.

3. Hukum kekekalan energi

“Energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, melainkan hanya dapat berubah ke bentuk lain” adalah bunyi hukum kekekalan energi secara umum.

2.4 *Wind Tunnel*

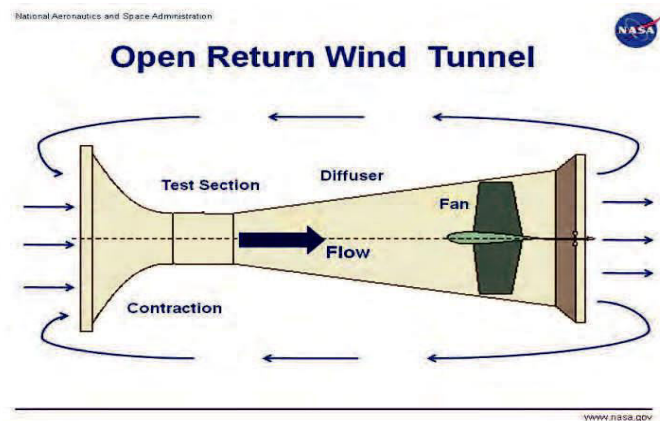
Wind tunnel atau terowongan angin adalah ruang yang khusus dirancang dan dilindungi di mana udara ditarik, atau meledak, dengan mekanis untuk mencapai kecepatan tertentu dan pola aliran telah ditetapkan pada suatu instan. Aliran jadi dicapai dapat diamati dari luar terowongan angin melalui jendela transparan yang menyertakan bagian ujian dan karakteristik aliran diukur menggunakan alat khusus. Objek, seperti model, atau beberapa skala penuh struktur engineering, biasanya kendaraan atau bagian dari itu, dapat dicelupkan ke dalam aliran yang didirikan, sehingga mengganggu itu. Tujuan dari pencelupan termasuk mampu mensimulasikan, memvisualisasikan, mengamati, dan mengukur bagaimana aliran di sekitar obyek tenggelam mempengaruhi objek yang tenggelam.

2.4.1 Klasifikasi Terowongan Angin

Terowongan angin dapat digolongkan menggunakan empat kriteria yang berbeda. Empat kriteria tersebut disajikan.

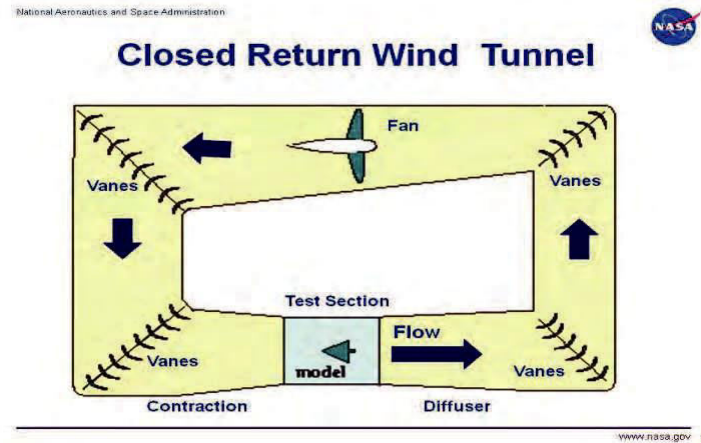
1. Tipe 1 Klasifikasi-Kriteria Untuk Klasifikasi Adalah Jalan Yang Diikuti Oleh udara ditarik: Buka-vs terowongan angin sirkuit tertutup

Terowongan angin sirkuit terbuka (open-return). Jika udara yang diambil langsung dari lingkungan ke dalam terowongan angin dan menolak kembali ke daerah sekitarnya, terowongan angin dikatakan untuk memiliki sebuah sirkuit terbuka. Diagram terowongan angin seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram sirkuit terbuka, juga dikenal sebagai open-kembali, terowongan angin (dari NASA)

Terowongan angin sirkuit terbuka juga disebut terowongan angin kembali terbuka. Sirkuit tertutup, atau ditutup-kembali, terowongan angin. Jika udara sama sedang beredar sedemikian rupa bahwa terowongan angin tidak menarik udara baru dari sekitarnya, atau kembali ke lingkungan sekitar, terowongan angin dikatakan memiliki sirkuit tertutup-air. Ianya konvensional untuk memanggil yang terowongan angin sirkuit tertutup (ditutup-return). Gambar 2.2 menggambarkan konfigurasi ini



Gambar 2.2 Atas tampilan sirkuit tertutup, juga dikenal sebagai ditutup kembali, terowongan angin (NASA)

2. Klasifikasi Tipe 2

Kriteria untuk klasifikasi adalah kecepatan maksimum dicapai dengan terowongan angin: subsonik vs supersonik terowongan angin. Ini tradisional menggunakan rasio kecepatan cairan, atau objek lain, dan kecepatan suara. Rasio yang disebut nomor Mach, dinamai Ernst Mach, fisikawan abad ke-19. Klasifikasi diringkas dalam tabel 1. Skema desain terowongan angin subsonik dan supersonik dibandingkan pada gambar 2.3.

Subsonik terowongan angin. Jika kecepatan maksimum dicapai dengan terowongan angin kurang dari kecepatan suara di udara, hal ini disebut subsonik terowongan angin. Kecepatan suara di udara pada suhu kamar adalah sekitar 343 m/s, atau 1235 km/jam, atau 767 mil/hr. Mach jumlah, $M < 1$.

Supersonik terowongan angin. Jika kecepatan maksimum dicapai dengan terowongan angin sama atau lebih besar daripada kecepatan suara di udara, itu disebut terowongan angin supersonik.

3. Klasifikasi Tipe 3

kriteria untuk klasifikasi adalah tujuan yang dirancang dalam terowongan angin: penelitian atau pendidikan. Jika dalam terowongan angin untuk penelitian itu disebut terowongan angin penelitian. Jika Namun, hal ini dirancang untuk digunakan untuk pendidikan, kemudian, itu disebut terowongan angin pendidikan.

4. Klasifikasi Tipe 4

Kriteria untuk klasifikasi adalah sifat aliran: laminar vs turbulents aliran. Terowongan angin lapisan batas digunakan untuk mensimulasikan turbulents aliran di sekitar struktur engineering dan buatan manusia.

2.5. *Blower*

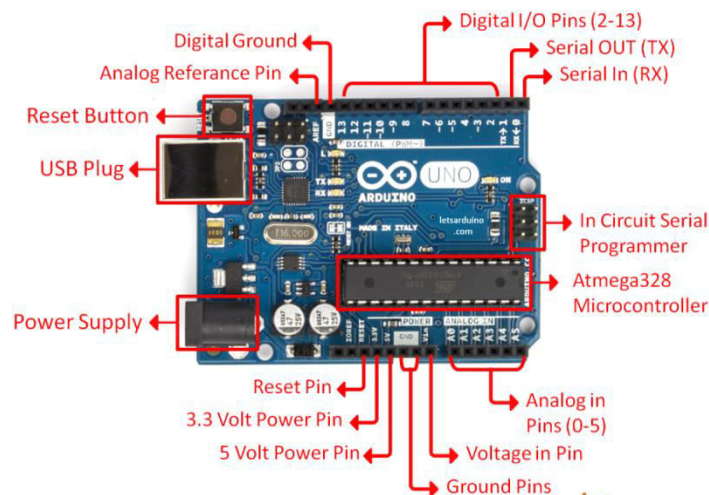
Fan aksial atau *blower* sentrifugal digunakan untuk menghasilkan aliran udara. *Fan* aksial sering digunakan pada terowongan angin tipe tertutup, dapat berupa fan tekan atau tarik. *Blower* sentrifugal dapat digunakan pada terowongan angin tipe terbuka atau tertutup. *Blower* sentrifugal biasanya memiliki *range* pemakaian yang lebih luas dan menghasilkan aliran yang *steady* dan efisiensi lebih tinggi (Mehta dan Bradshaw, 1979)

2.6. *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. *Microcontroller* digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan

rumah tangga, alat berat dan mainan. *Microcontroller* membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.

Pada penelitian ini *microcontroller* yang digunakan yaitu *Arduino UNO*. *Arduino UNO* adalah sebuah board *microcontroller* yang didasarkan pada ATmega328 (data sheet). *Arduino UNO* mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset, seperti terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Arduino UNO*

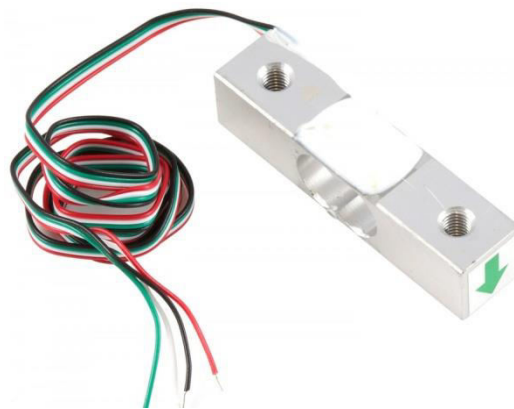
Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *microcontroller*, mudah menghubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

2.7. Sensor Berat (*Load Cell*)

Sensor *load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan. (*AmericaModule H : 2010*). seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.4

Keterangan gambar :

1. Kabel merah adalah input tegangan sensor
2. Kabel hitam adalah input ground sensor
3. Kabel hijau adalah output positif sensor
4. Kabel putih adalah output ground sensor



Gambar 2.4 Bentuk fisik *load cell*

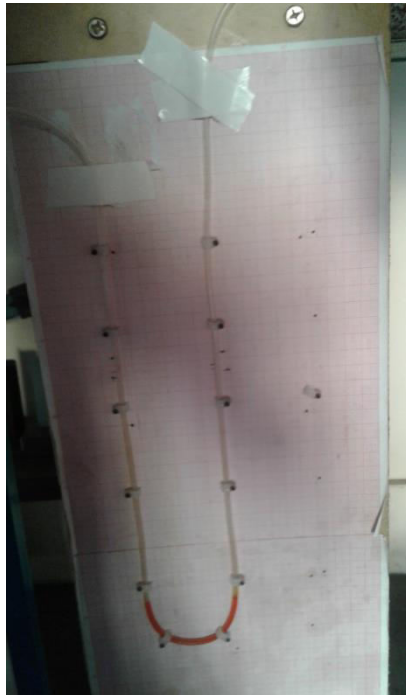
Sensor *load cell* memiliki spesifikasi kerja sebagai berikut :

1. Kapasitas 2 Kg
2. Bekerja pada tegangan rendah 5 –10 VDC atau 5-10 VAC

3. Ukuran sensor kecil dan praktis
4. Input atau output resistansi rendah 3
5. Nonlinearitas 0.05%
6. Range temperatur kerja $-10^{\circ}\text{C} - +50^{\circ}\text{C}$

2.8. Manometer U

Manometer U adalah alat sederhana yang sangat terkenal yang digunakan untuk mengukur tekanan adalah tabung manometer U. Nama tabung manometer U berasal dari bentuknya. tabung manometer U ditampilkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Manometer U

Pembuatan tabung manometer U:

Konstruksi tentang manometer U ini terdiri dari tabung berbentuk U di mana cairan manometer diisi. Manometer digunakan untuk mengukur tekanan yang tidak diketahui oleh menyeimbangkan gaya gravitasi dan akselerasi aksi karena gravitasi, $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$. Manometer pada pengujian ini terdiri dari selang *infuse* yang diisi dengan etanol yang diberi perwarna makanan agar dapat terlihat dan terbaca pada papan uji, pada ujung tabung manometer U diberi jarum suntik agar tekanan angin pada saat pengujian dilakukan.

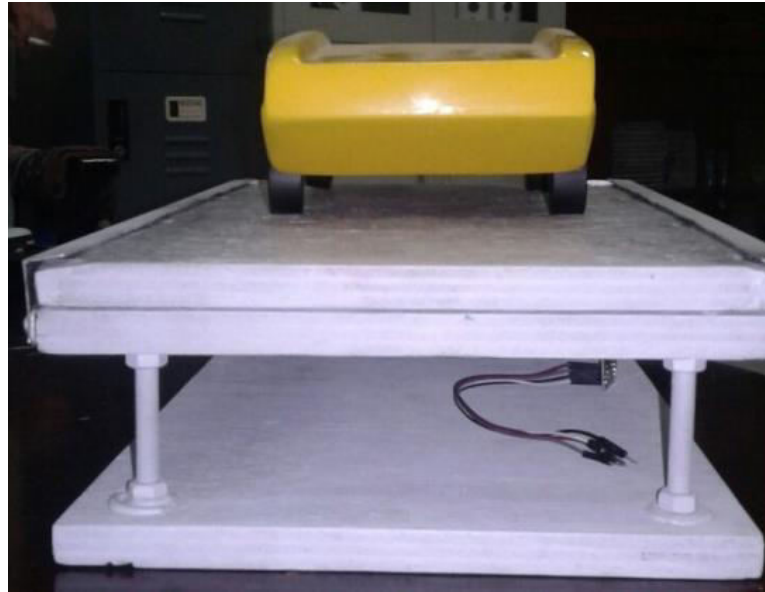
Cara kerja tabung Manometer U:

Tekanan yang tidak diketahui diterapkan di kedua ujung tabung dan etanol dalam tabung atau cairan manometer yang diisi dalam tabung bergerak dalam tabung atau naik ke daerah konstan dan kemudian gerakan dihentikan. Ketinggian cairan diukur dan dicatat. Tekanan dihitung dengan menggunakan rumus,

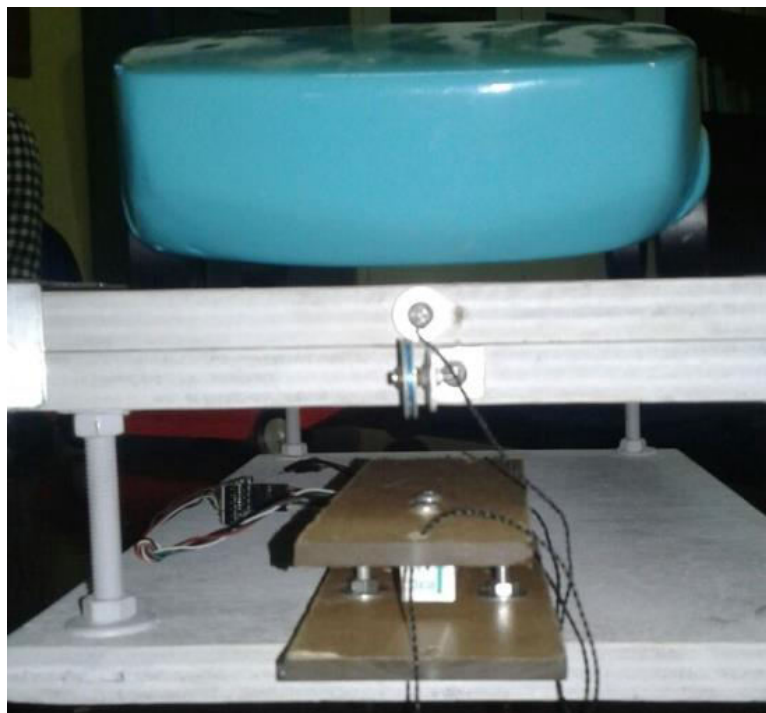
$$P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot h \quad (2.3)$$

2.9. Prototipe Mobil Hemat Energi

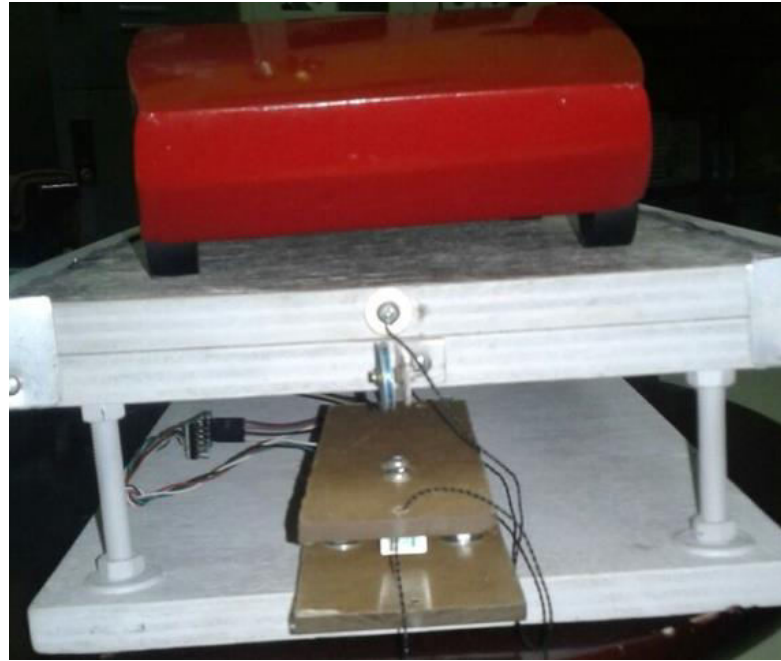
Prototipe mobil hemat energi pada pengujian ini dibuat dalam tiga bentuk yang berbeda pada sisi atas dan sisi depan bodi mobil. Dalam penelitian ini dibuat agar menemukan aerodinamis terbaik sehingga mobil yang dirancang sedemikian rupa memiliki efisiensi energi yang mampu dihemat dan dioptimalkan sebaik mungkin. Berikut adalah tiga gambar prototipe yang telah dibuat ditunjukkan pada gambar 2.6, gambar 2.7, gambar 2.8.



Gambar 2.6 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Kuning (Mobil 1)



Gambar 2.7 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Hijau (Mobil 2)



Gambar 2.8 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Merah (Mobil 3)

Table 2.1 Spesifikasi Prototipe Mobil Hemat Energi

| Spesifikasi | Mobil Kuning (Mobil 1) | Mobil Hijau (Mobil 2) | Mobil Merah (Mobil 3) |
|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Panjang | 280 mm | 290 mm | 285 mm |
| Lebar Depan | 120 mm | 125 mm | 135 mm |
| Lebar Belakang | 125 mm | 155 mm | 145 mm |
| Tinggi | 80 mm | 75 mm | 75 mm |
| Massa | 0,782 kg | 0,888 kg | 0,705 kg |

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat penelitian

3.1.1. Tempat

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing pada tanggal 3 Oktober 2017 sampai tanggal 30 April 2018 dan terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

| No | Kegiatan | Tahun 2017 | | | Tahun 2018 | | | |
|----|--|------------|----------|----------|------------|----------|-------|-------|
| | | Oktober | November | Desember | Januari | Februari | Maret | April |
| 1 | <i>Study</i> literatur | | | | | | | |
| 2 | Desain Mobil Hemat Energi | | | | | | | |
| 3 | Pembuatan Prototipe Mobil Hemat Energi | | | | | | | |
| 4 | Pembuatan Instrumen Pengujian | | | | | | | |
| 5 | Pengujian Instrumen | | | | | | | |
| 6 | Evaluasi data penelitian | | | | | | | |

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan pembuatan intrumen

a. Selang *Infuse*

Selang *infuse* digunakan untuk tempat menghitung aerodinamis bodi prototipe mobil hemat energi dengan bantuan etanol yang naik/turun ketika pengujian dilakukan. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.1



Gambar 3.1 Selang *Infuse*

b. *Connector Infuse*

Connector infuse digunakan sebagai tempat masuknya angin untuk mengukur tahanan angin pada Manometer U. seperti ditunjukkan dalam gambar 3.2



Gambar 3.2 *Connector Infuse*

c. Etanol

Etanol digunakan untuk bahan yang dimasukkan ke selang *infuse*. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.3.



Gambar 3.3 Etanol

d. Pewarna Makanan

Pewarna makanan digunakan untuk mewarnai etanol agar dapat dilihat oleh mata. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pewarna Makanan

e. Wadah

Wadah digunakan untuk tempat mencampurkan etanol dan pewarna makanan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.5.



Gambar 3.5 Wadah

f. Kertas Millimeter

Kertas millimeter digunakan sebagai tempat untuk melihat tahanan angin pada saat pengujian sedang dilaksanakan. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.6.



Gambar 3.6 Kertas Millimeter

g. Gunting

Gunting digunakan untuk memotong kertas millimeter. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.7.



Gambar 3.7 Gunting

h. Lem

Lem digunakan sebagai bahan untuk kertas millimeter ke papan triplek. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.8.



Gambar 3.8 Lem

i. Gergaji

Gergaji untuk memotong papan triplek pada pembuatan instrumen gaya dorong dan manometer U. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.9.



Gambar 3.9 Gergaji

j. Palu

Palu digunakan untuk memasang klem kabel ke papan triplek. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.10.



Gambar 3.10 Palu

k. Klem Kabel

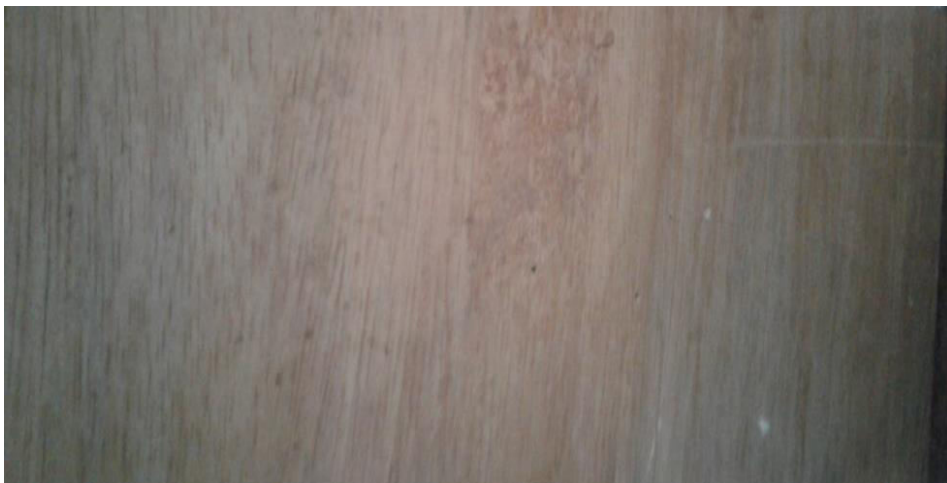
Klem kabel digunakan sebagai bahan untuk meletakkan selang *infuse* pada manometer U. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.11.



Gambar 3.11 Klem Kabel

l. Papan Triplek

Papan triplek digunakan untuk meletakkan kertas millimeter dan bahan utama Instrumen gaya dorong. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.12.



Gambar 3.12 Papan Triplek

m. Penggaris

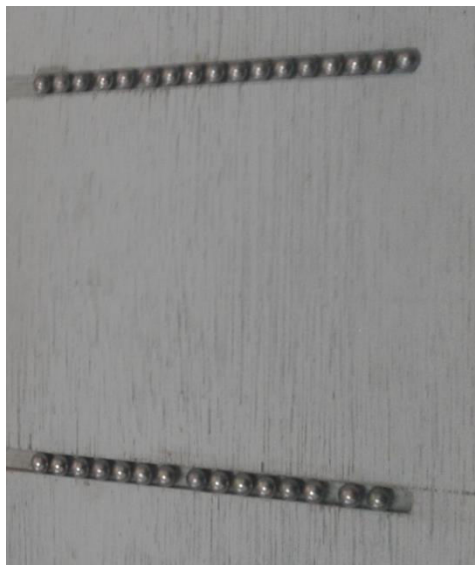
Penggaris digunakan untuk mengukur kertas millimeter. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.13.



Gambar 3.13 Penggaris

n. Bantalan

Bantalan digunakan sebagai bahan untuk menggerakkan papan instrumen gaya dorong. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.14.



Gambar 3.14 Bantalan

o. Baut

Baut digunakan untuk memasang papan instrumen gaya dorong dan tempat menggantung papan manometer U. seperti ditunjukkan dalam gambar 3.15.



Gambar 3.15 Baut

p. Mur

Mur digunakan untuk menguatkan baut yang terpasang pada papan instrumen gaya dorong dan tempat menggantung papan manometer U. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.16.



Gambar 3.16 Mur

q. Bor

Bor digunakan untuk melubangi papan, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.17.



Gambar 3.17 Bor

r. Obeng

Obeng digunakan untuk memasang baut, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.18.



Gambar 3.18 Obeng

s. Kunci Pas

Kunci pas digunakan untuk memasang mur, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.19.



Gambar 3.19 Kunci Pas

t. *Arduino UNO*

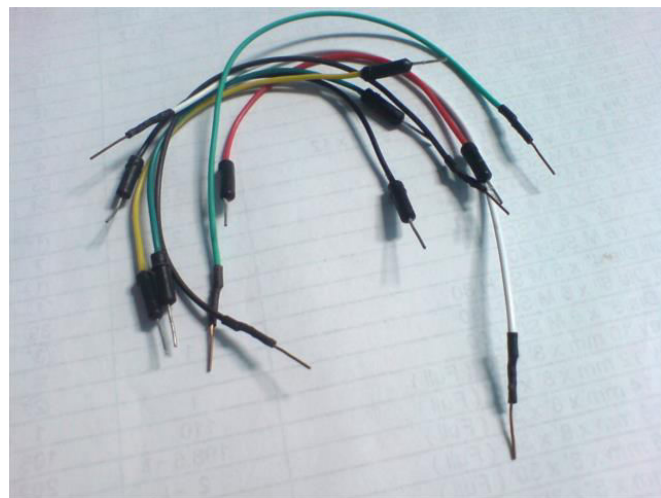
Arduino UNO digunakan mencatat hasil pengujian yang terjadi ketika *load cell* sedang bekerja. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.20.



Gambar 3.20 *Arduino UNO*

u. *Cable Jumper*

Cable Jumper digunakan untuk menyambungkan *arduino UNO* dengan *load cell*. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.21.



Gambar 3.21 *Cable Jumper*

v. *Sensor Load Cell*

Sensor Load Cell digunakan sebagai bahan utama untuk mengetahui aerodinamis mobil berdasarkan berat mobil yang terdorong oleh angin pada saat pengujian berlangsung, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.22.



Gambar 3.22 *Sensor Load Cell*

w. *Kabel USB*

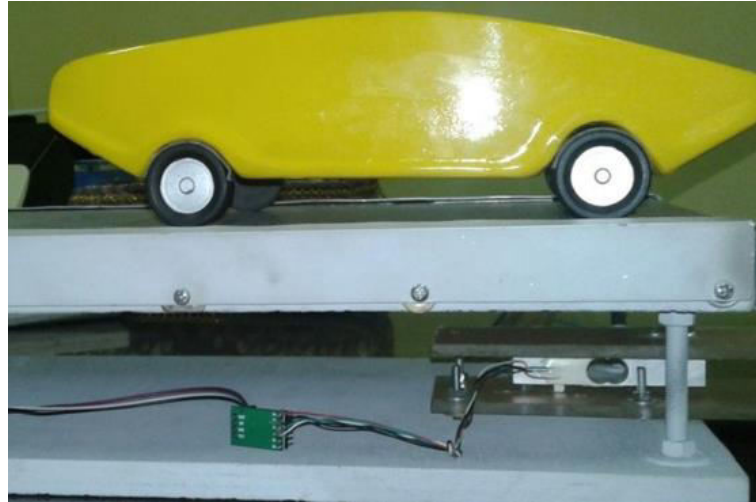
Kabel USB digunakan sebagai kabel penghubung untuk menghubungkan *arduino UNO* dengan laptop, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.23.



Gambar 3.23_Kabel USB

3.2.2. Bahan yang akan diuji

Bahan yang akan di uji di dalam *sub sonic wind tunnell* adalah prototipe mobil hemat energi yang sudah siap. Berikut adalah tiga gambar prototipe yang telah dibuat. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.24, gambar 3.25, dan gambar 3.26.



Gambar 3.24 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Kuning (Mobil 1)



Gambar 3.25 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Hijau (Mobil 2)



Gambar 3.26 Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Merah (Mobil 3)

3.2.3. Alat Penguji

1. Manometer U

Manometer U adalah alat sederhana yang sangat terkenal yang digunakan untuk mengukur tekanan adalah tabung manometer U. Nama tabung manometer U berasal dari bentuknya, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.27.



Gambar 3.27 Manometer U

2. *Arduino UNO*

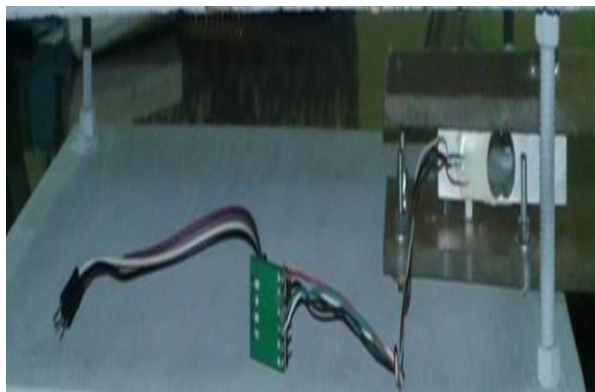
Arduino UNO digunakan sebagai *microcontroller* pembaca sensor getaran dan sensor kecepatan motor AC yang terhubung dengan komputer. Hasil pencatatan data berupa data sheet. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.28.



Gambar 3.28 *Arduino UNO*

3. *Sensor load cell*

Sensor load cell merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, *sensor load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.29.



Gambar 3.29 *Sensor Load Cell*

4. Laptop

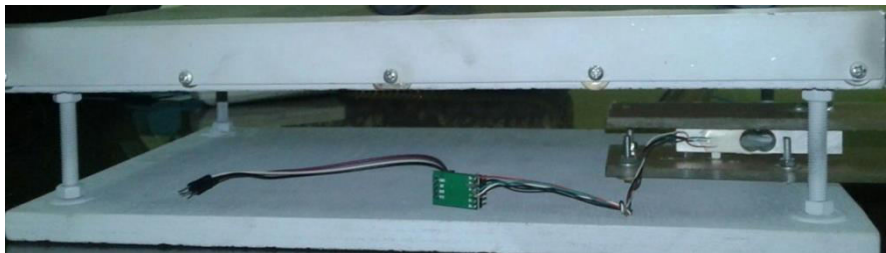
Laptop digunakan untuk menampilkan data sheet yang dideteksi oleh program *Arduino UNO*. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.30.



Gambar 3.30 Laptop

5. Intrumen Gaya Dorong

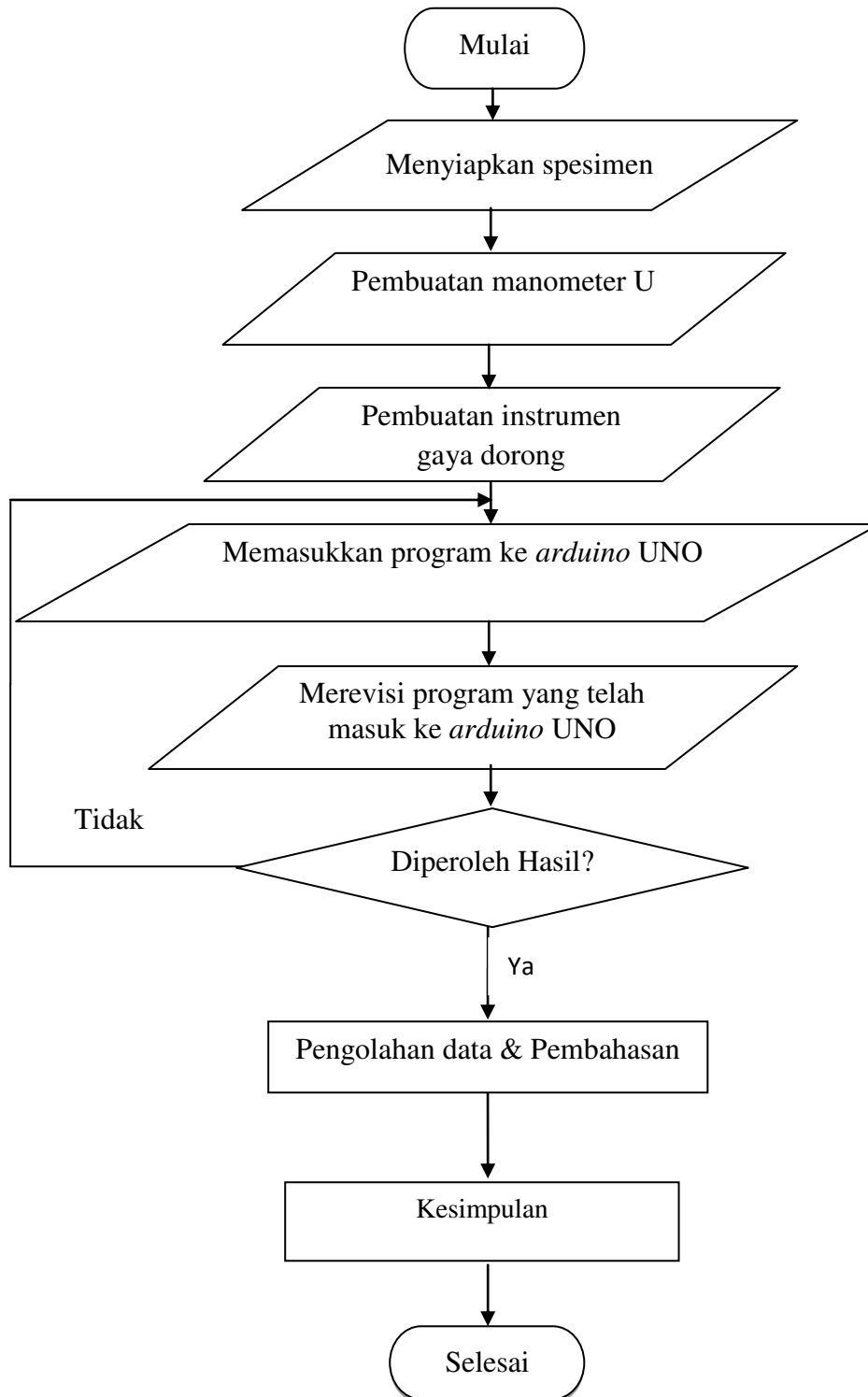
Intrumen gaya dorong digunakan untuk mengukur aerodinamis yang terjadi pada bodi prototipe mobil hemat energi. seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.31.



Gambar 3.31 Intrumen Gaya Dorong

3.3. Diagram Alir Eksperimen

Berikut ini diagram alir eksperimen yang ditunjukkan seperti gambar 3.32.



Gambar 3.32 Diagram Alir Eksperimen

3.4. Pembuatan Instrumen Pengujian

3.4.1. Langkah-langkah pembuatan Manometer U

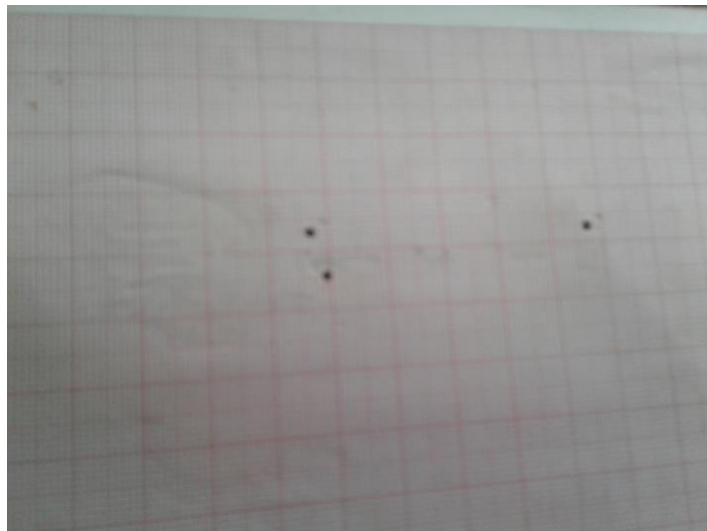
Adapun langkah-langkah pembuatan Manometer U adalah sebagai berikut :

1. Memotong papan triplek dengan gergaji dengan ukuran yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.33.



Gambar 3.33 Pematongan Papan Triplek

2. Menggunting kertas millimeter sesuai ukuran papan triplek, lalu lem kertas millimeter ke papan triplek seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.34.



Gambar 3.34 Pematongan Kertas Milimeter

3. Menuangkan cairan kedalam wadah yang telah berisi cairan etanol, lalu aduk etanol dengan pewarna makanan sampai tercampur seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.35.



Gambar 3.35 Pencampuran Etanol Dengan Pewarna Didalam Wadah

4. Menuangkan cairan etanol kedalam selang *infuse* seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.36.



Gambar 3.36 Cairan Etanol Dalam Selang *Infuse*

5. Memasang selang *infuse* ke papan triplek dengan klem kabel menggunakan palu dengan ketinggian permukaan etanol yang sama, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.37.



Gambar 3.37 Pemasangan Selang *Infuse* Pada Papan Triplek

3.4.2. Langkah-langkah pembuatan instrumen gaya dorong

Adapun langkah-langkah pembuatan instrumen gaya dorong adalah sebagai berikut :

- a. Menggergaji triplek pada ukuran yang telah ditentukan, lalu mengecat triplek dengan warna abu abu (dalam pembuatan instrumen gaya dorong kali ini dibuat 3 papan triplek) seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.38.



Gambar 3.38 Pemotongan Papan Triplek Untuk Instrumen Gaya Dorong

- b. Membawa 2 papan triplek ke mesin *milling* untuk melakukan *milling* agar bisa dimasukkan bantalan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.39.



Gambar 3.39 Pemillingan Papan Triplek

- c. Melubangi 2 papan triplek pada bagian sudut triplek dengan bor seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.40.



Gambar 3.40 Melubangi Papan Triplek

- d. Memasang dan mengatur papan triplek dengan baut dan mur serta memperkuat baut dengan lem 2 ton seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.41.



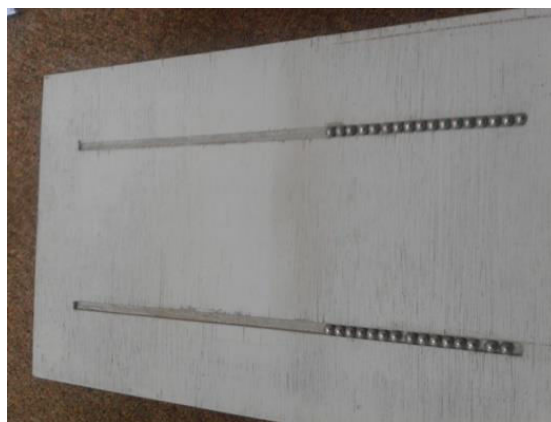
Gambar 3.41 Pemasangan Baut Dengan Lem 2 Ton

- e. Memasang aluminium siku pada papan bagian atas untuk tempat meletakkan *connector infuse* sebagai tempat menyambungkan selang *infuse* pada Manometer U seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.42.



Gambar 3.42 Pemasangan *Connector Infuse*

- f. Memasukkan bantalan ke tengah papan bagian atas agar dapat bergerak jika diberi tekanan angin yang melintas pada cerobong *sub sonic wind tunnel* seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.43.



Gambar 3.43 Peletakkan Bantalan Pada Papan Triplek

- g. Melubangi papan bagian bawah untuk tempat *load cell*, lalu memasangkannya ke papan triplek seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.44.



Gambar 3.44 Pemasangan *Load Cell*

- h. Merakit arduino UNO dengan *load cell*, lalu menghubungkannya ke laptop seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.45.



Gambar 3.45 Menghubungkan Semua Instrumen Sebelum Pengujian

- i. Menghidupkan laptop untuk melakukan pengujian pada instrumen gaya dorong seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.46.



Gambar 3.46 tampilan awal untuk membuka *software arduino*

- j. Membuka software arduino UNO yang telah di install pada laptop seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.47.

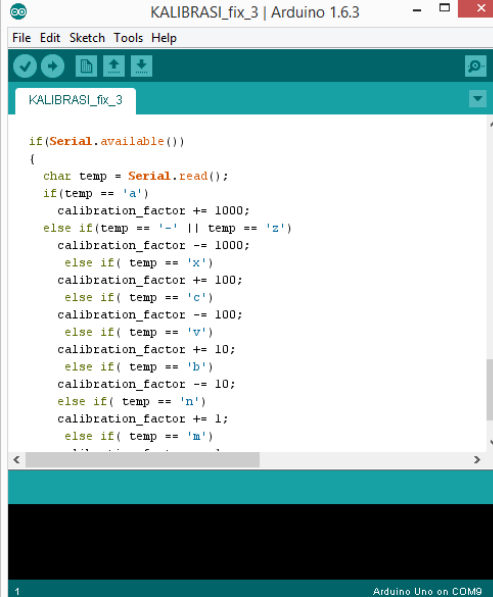
```

PLX-DAQ-v2-DefaultSketch | Arduino 1.6.3
File Edit Sketch Tools Help
PLX-DAQ-v2-DefaultSketch
/*
 * Demo sketch for new "PLX DAQ v2"
 * including most all common commands to be used
 */
int i = 0;
void setup() {
  // open serial connection
  Serial.begin(9600);
  //Serial.println("CLEARDATA"); // clears sheet starting at row
  Serial.println("CLEAR SHEET"); // clears sheet starting at row
  // define 5 columns named "Date", "Time", "Timer", "Counter" and
  Serial.println("LABEL,Date,Time,Timer,Counter,millis");
  // set the names for the 3 checkboxes
}
1
Arduino Uno on COM9

```

Gambar 3.47 Tampilan Awal Software Setelah Dibuka

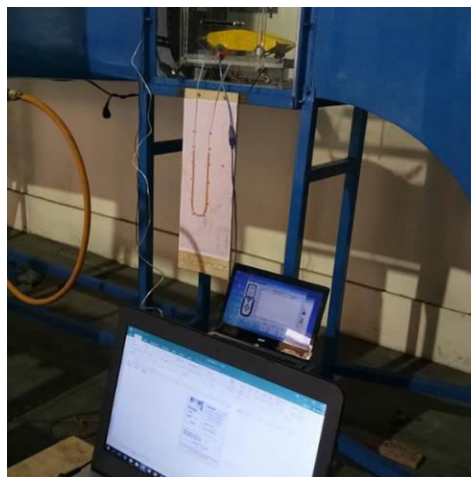
- k. Memasukkan bahasa c untuk perhitungan tekanan angin agar bisa diuji seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.48.



```
KALIBRASI_fix_3 | Arduino 1.6.3
File Edit Sketch Tools Help
KALIBRASI_fix_3
if(Serial.available())
{
  char temp = Serial.read();
  if(temp == 'a')
    calibration_factor += 1000;
  else if(temp == '-' || temp == 'z')
    calibration_factor -= 1000;
  else if(temp == 'x')
    calibration_factor += 100;
  else if(temp == 'c')
    calibration_factor -= 100;
  else if(temp == 'v')
    calibration_factor += 10;
  else if(temp == 'b')
    calibration_factor -= 10;
  else if(temp == 'n')
    calibration_factor += 1;
  else if(temp == 'm')
    calibration_factor -= 1;
}
```

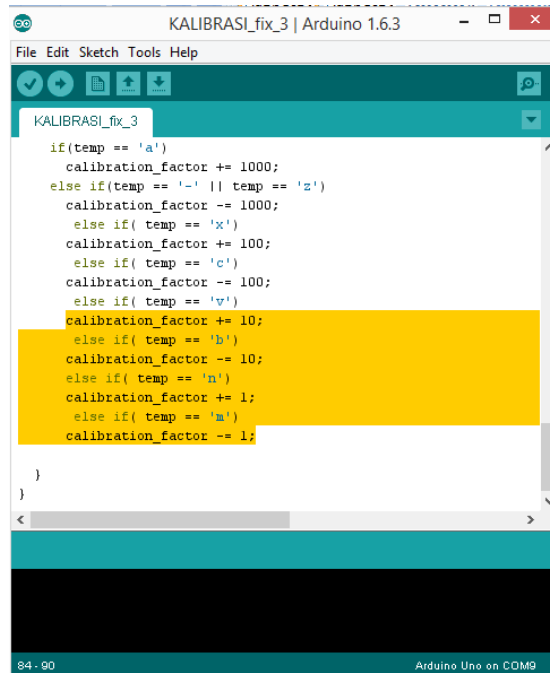
Gambar 3.48 Memasukkan Bahasa c Pada *Software*

- l. Melakukan pengujian *sub sonic wind tunnel* yang telah diberi instrumen gaya dorong guna mengetahui adanya kesalahan pada bahasa c pada arduino UNO seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.49.



Gambar 3.49 Pengujian

- m. Memperbaiki kesalahan bahasa c agar hasil yang didapatkan sesuai data yang ingin dicapai seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.50.



```
KALIBRASI_fix_3 | Arduino 1.6.3
File Edit Sketch Tools Help
KALIBRASI_fix_3
if(temp == 'a')
  calibration_factor += 1000;
else if(temp == '-' || temp == 'z')
  calibration_factor -= 1000;
else if( temp == 'x')
  calibration_factor += 100;
else if( temp == 'c')
  calibration_factor -= 100;
else if( temp == 'v')
  calibration_factor += 10;
else if( temp == 'b')
  calibration_factor -= 10;
else if( temp == 'n')
  calibration_factor += 1;
else if( temp == 'm')
  calibration_factor -= 1;
}
}
84 / 90 Arduino Uno on COM9
```

Gambar 3. 50 perbaikan bahasa c

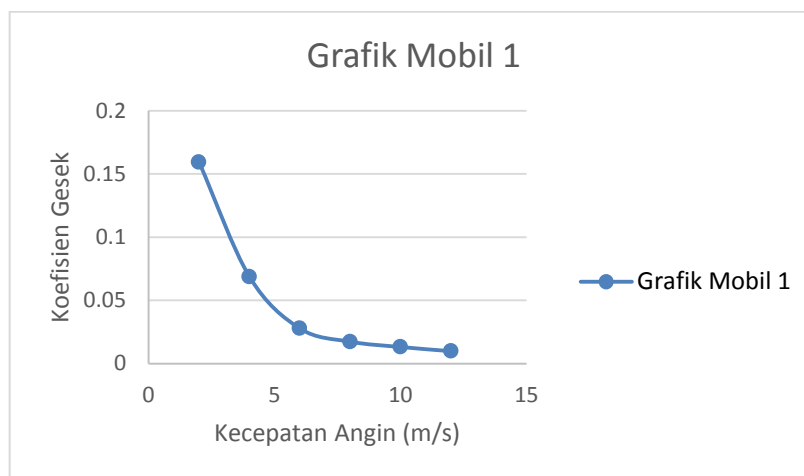
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Manometer U

Dari perbandingan grafik dengan memvariasikan Kecepatan Angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s pada Koefisien Gesek Bodi Prototipe Mobil Hemat Energi dapat dilihat sebagai berikut:

1. Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 1 seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.1.



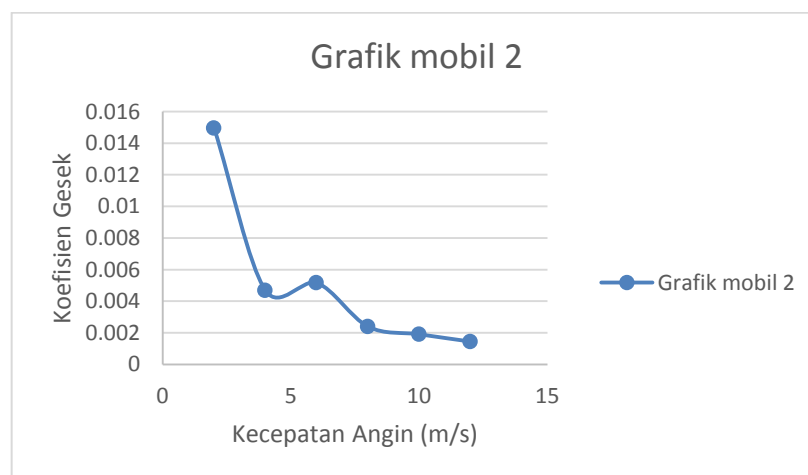
Gambar 4.1. Grafik Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 1

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Manometer U Pada Mobil Nomor 1

| Kecepatan Angin | Luas Penampang | Massa Angin | Koefisien Gesek |
|-----------------|----------------|-------------|-----------------|
| 2 | 0,005 | 0,001878 | 0,1594007 |
| 4 | 0,005 | 0,003238 | 0,0687123 |
| 6 | 0,005 | 0,002948 | 0,0278075 |
| 8 | 0,005 | 0,003265 | 0,0173229 |
| 10 | 0,005 | 0,003867 | 0,0131296 |
| 12 | 0,005 | 0,004170 | 0,0098317 |

Dapat kita lihat pada gambar 4.1 dan tabel 3.2. Grafik menunjukkan kecepatan angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s dan koefisien gesek tertinggi menunjukkan angka 0,1594007 dengan menggunakan sensor *load cell* maka dapatlah hasil koefisien gesek pada bodi prototipe mobil hemat energi nomor 1.

2. Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 2 seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.2.



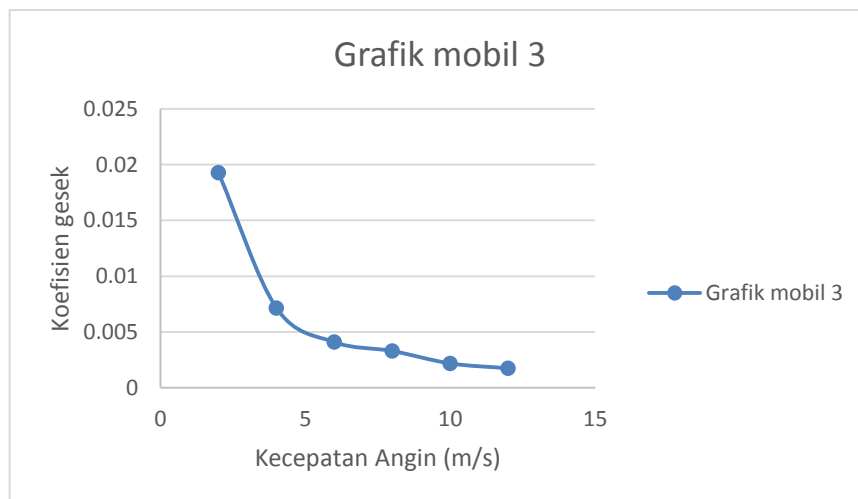
Gambar 4.2. Grafik Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 2

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Manometer U Pada Mobil Nomor 2

| Kecepatan Angin | Luas Penampang | Massa Angin | Koefisien Gesek |
|-----------------|----------------|-------------|-----------------|
| 2 | 0,063 | 0,0022214 | 0,0149649 |
| 4 | 0,063 | 0,0027804 | 0,0046827 |
| 6 | 0,063 | 0,0068999 | 0,0051647 |
| 8 | 0,063 | 0,0056877 | 0,0023948 |
| 10 | 0,063 | 0,0070736 | 0,0019061 |
| 12 | 0,063 | 0,0077231 | 0,0014452 |

Dapat kita lihat pada gambar 4.2 dan tabel 3.3. Grafik menunjukkan kecepatan angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s dan koefisien gesek tertinggi menunjukkan angka 0,0149649 dengan menggunakan sensor *load cell* maka dapatlah hasil koefisien gesek pada bodi prototipe mobil hemat energi nomor 2.

3. Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 3 seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Hasil Dari Pengujian Manometer U Pada Prototipe Mobil

Hemat Energi Nomor 3

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Manometer U Pada Mobil Nomor 3

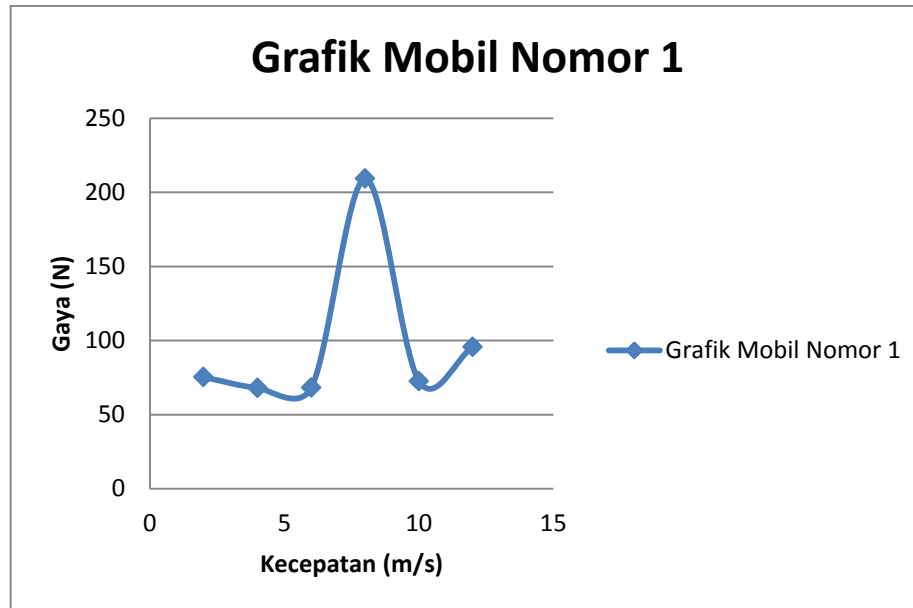
| Kecepatan Angin | Luas Penampang | Massa Angin | Koefisien Gesek |
|-----------------|----------------|-------------|-----------------|
| 2 | 0,049 | 0,002224 | 0,0192631 |
| 4 | 0,049 | 0,007144 | 0,0071439 |
| 6 | 0,049 | 0,004084 | 0,0040838 |
| 8 | 0,049 | 0,003290 | 0,0032901 |
| 10 | 0,049 | 0,002177 | 0,0021770 |
| 12 | 0,049 | 0,001741 | 0,0017411 |

Dapat kita lihat pada gambar 4.3 dan tabel 3.4. Grafik menunjukkan kecepatan angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s dan koefisien gesek tertinggi menunjukkan angka 0,0192631 dengan menggunakan sensor load cell maka dapatlah hasil koefisien gesek pada bodi prototipe mobil hemat energi nomor 3.

4.2. Hasil Pengujian Instrumen Gaya Dorong

Dari perbandingan grafik dengan memvariasikan Kecepatan Angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s Pada Gaya Aksi dan Reaksi Bodi Prototipe Mobil Hemat Energi dapat dilihat sebagai berikut:

1. Hasil Dari Pengujian Instrumen Gaya Dorong Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 1 seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.4



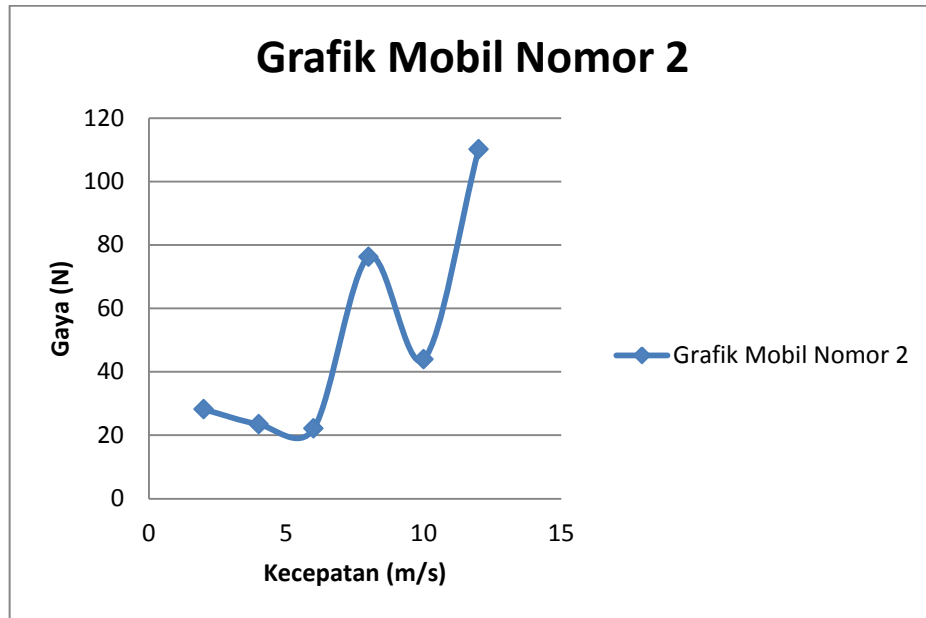
Gambar 4.4. Grafik Hasil Dari Pengujian Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 1

Tabel 3.5 Hasil Pengujian Gaya Dorong Pada Mobil Nomor 1

| Kecepatan Angin | Luas Penampang | Massa Prototipe | Percepatan | Gaya |
|-----------------|----------------|-----------------|------------|----------|
| 2 | 0,005 | 0,782 | 96,2441 | 75,2629 |
| 4 | 0,005 | 0,782 | 87,0227 | 68,0518 |
| 6 | 0,005 | 0,782 | 87,2493 | 68,2289 |
| 8 | 0,005 | 0,782 | 267,4677 | 209,1597 |
| 10 | 0,005 | 0,782 | 92,8624 | 72,6184 |
| 12 | 0,005 | 0,782 | 122,3896 | 95,7087 |

Dapat kita lihat pada gambar 4.4 dan tabel 3.5. Grafik menunjukkan kecepatan angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s dan gaya aksi dan reaksi tertinggi menunjukkan angka 209,1597 N pada kecepatan angin di 8 m/s dengan menggunakan sensor load cell maka dapatlah hasil gaya aksi dan reaksi pada bodi prototipe mobil hemat energi nomor 1.

2. Hasil Dari Pengujian Instrumen Gaya Dorong Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Berwarna Hijau seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.6.



Gambar 4.5. Grafik Hasil Dari Pengujian Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 2

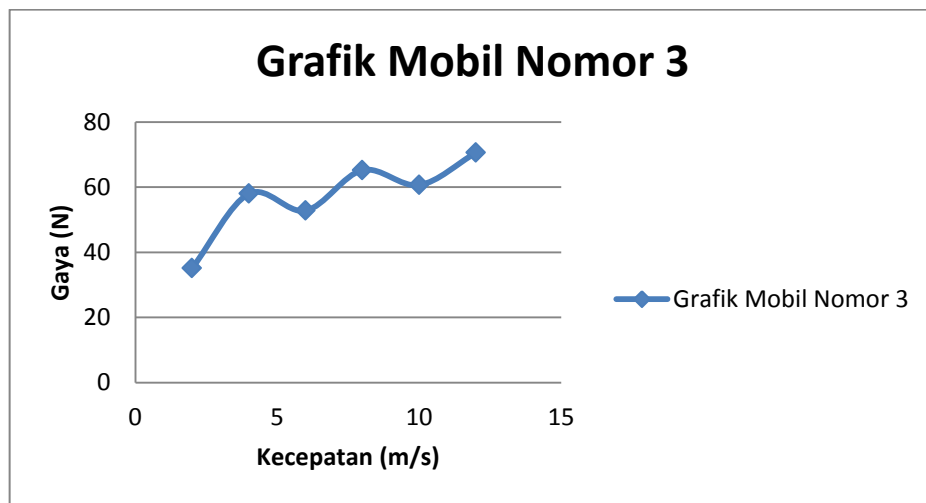
Tabel 3.6 Hasil Pengujian Gaya Dorong Pada Mobil Nomor 2

| Kecepatan Angin | Luas Penampang | Massa Prototipe | Percepatan | Gaya |
|-----------------|----------------|-----------------|------------|---------|
| 2 | 0,063 | 0,888 | 31,71 | 28,158 |
| 4 | 0,063 | 0,888 | 26,41 | 23,452 |
| 6 | 0,063 | 0,888 | 24,90 | 22,107 |
| 8 | 0,063 | 0,888 | 85,85 | 76,235 |
| 10 | 0,063 | 0,888 | 49,49 | 43,942 |
| 12 | 0,063 | 0,888 | 124,04 | 110,145 |

Dapat kita lihat pada gambar 4.5 dan tabel 3.6. Grafik menunjukkan kecepatan angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s dan gaya aksi dan reaksi tertinggi menunjukkan angka 110,145 N pada kecepatan angin di 12 m/s

dengan menggunakan sensor load cell maka dapatlah hasil gaya aksi dan reaksi pada bodi prototipe mobil hemat energi nomor 2.

3. Hasil Dari Pengujian Instrumen Gaya Dorong Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 3 seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.5.



Gambar 4.6. Grafik Hasil Dari Pengujian Pada Prototipe Mobil Hemat Energi Nomor 3

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Gaya Dorong Pada Mobil Nomor 3

| Kecepatan Angin | Luas Penampang | Massa Prototipe | Percepatan | Gaya |
|-----------------|----------------|-----------------|------------|---------|
| 2 | 0,049 | 0,705 | 49,8035 | 35,1115 |
| 4 | 0,049 | 0,705 | 82,2134 | 57,9603 |
| 6 | 0,049 | 0,705 | 74,8674 | 52,7816 |
| 8 | 0,049 | 0,705 | 92,4908 | 65,2060 |
| 10 | 0,049 | 0,705 | 86,0021 | 60,6315 |
| 12 | 0,049 | 0,705 | 100,1006 | 70,5709 |

Dapat kita lihat pada gambar 4.5 dan tabel 3.7. Grafik menunjukkan kecepatan angin 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s dan gaya aksi dan

reaksi tertinggi menunjukkan angka 70,5709 N pada kecepatan angin di 12 m/s dengan menggunakan sensor load cell maka dapatlah hasil gaya aksi dan reaksi pada bodi prototipe mobil hemat energi nomor 3.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada pembuatan instrumen pengujian untuk menguji aerodinamis bodi dari prototipe mobil hemat energi ini didapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pembuatan instrumen pengujian gaya dorong dan manometer U yang sudah dibuat sesuai dengan yang diinginkan.
2. Pada pembuatan instrumen ini menggunakan sensor *load cell* beserta *software arduino* yang berfungsi untuk mendeteksi tekanan dan berat sebuah beban pada benda yang akan di uji ketika diberi tekanan angin melalui terowongan *sub sonic wind tunnel*.
3. Diperkirakan setiap benda uji yang ingin dihitung nilai aerodinamisnya akan terdeteksi oleh sensor yang telah terpasang pada tiap bagian dan grafiknya akan muncul pada monitor.
4. Setelah melaksanakan pengujian didapatkan nilai koefisien gesek yang terjadi dari ketiga prototipe tersebut, dimana prototipe nomor 1 mempunyai nilai koefisien gesek tertinggi 0,1594007 dan gaya aksi reaksi tertinggi 209,1597 N, prototipe nomor 2 mempunyai nilai koefisien gesek tertinggi 0,0149649 dan gaya aksi reaksi tertinggi 110,145 N, prototipe nomor 3 mempunyai nilai koefisien gesek tertinggi 0,0192631 dan gaya aksi reaksi tertinggi 70,5709 N.

5.2. Saran

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa pembuatan instrumen pengujian untuk prototipe bodi mobil hemat energi ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar instrumen pengujian untuk prototipe bodi mobil hemat energi ini bisa lebih dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju. .

DAFTAR PUSTAKA

- Gambar catalog load cell ukuran 5 kg , [online : ;
http://www.robotshop.com/media/catalog/product/cache/1/image/900x900/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/i/micro-load-cell-5-kg_1.jpg
diakses pada tanggal 5 Desember 2017]
- Hafitsah, yudha (2016) Analisa Geometri Bodi Mobil Dan Aerodinamis Material Berbahan Dasar Serat Fiber [online :
<http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/8421/1/118130046.pdf>
diakses pada tanggal 11 September 2017]
- Idc online (2010) Press measurement using U-tube Manometer [online :
http://www.idc-online.com/technical_references/pdfs/instrumentation/Pressure_Measurement_using_Utube.pdf diakses pada tanggal 25 Agustus 2018]
- Load cell, [online : www.ricelake.com *Load Cell and Weight (America Module H : 2010)* diakses pada tanggal 5 Desember 2017]
- Load cell, [online : www.lapantech.com "Load-133"cell.2013 diakses pada tanggal 5 Desember 2017]
- Motor Bakar [online : http://eprints.undip.ac.id/41549/4/BAB_II.pdf diakses pada tanggal 22 November 2017]
- Sugiyono, Agus (1998), 4 Strategi Penggunaan Energi Di Sektor Transportasi [online :
https://www.researchgate.net/profile/Agus_Sugiyono/publication/275652174_Strategi_Penggunaan_Energi_di_Sektor_Transportasi/links/5542c4a10cf24107d394794b/Strategi-Penggunaan-Energi-di-Sektor-Transportasi.pdf
diakses pada tanggal 21 November 2017]
- Mehta Dan Bradshaw (1979) Technical Notes, Desain Rules For Small Low Speed Wind Tunnels

LAMPIRAN

LAMPIRAN

/*

 Example using the SparkFun HX711 breakout board with a scale

By: Nathan Seidle

SparkFun Electronics

Date: November 19th, 2014

License: This code is public domain but you buy me a beer if you use this and we meet someday (Beerware license).

This is the calibration sketch. Use it to determine the calibration_factor that the main example uses. It also

outputs the zero_factor useful for projects that have a permanent mass on the scale in between power cycles.

Setup your scale and start the sketch WITHOUT a weight on the scale

Once readings are displayed place the weight on the scale

Press +/- or a/z to adjust the calibration_factor until the output readings match the known weight

Use this calibration_factor on the example sketch

This example assumes pounds (lbs). If you prefer kilograms, change the Serial.print(" lbs"); line to kg. The

calibration factor will be significantly different but it will be linearly related to lbs (1 lbs = 0.453592 kg).

Your calibration factor may be very positive or very negative. It all depends on the setup of your scale system

and the direction the sensors deflect from zero state

This example code uses bogde's excellent library:
<https://github.com/bogde/HX711>

bogde's library is released under a GNU GENERAL PUBLIC LICENSE

Arduino pin 2 -> HX711 CLK

3 -> DOUT

5V -> VCC

GND -> GND

Most any pin on the Arduino Uno will be compatible with DOUT/CLK.

The HX711 board can be powered from 2.7V to 5V so the Arduino 5V power should be fine.

```
*/
```

```
#include "HX711.h"
```

```
HX711 scale;
```

```
float calibration_factor = 2471.f; //-7050 worked for my 440lb max scale setup
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  Serial.println("CLEARDATA");
```

```
  Serial.println("LABEL, Clock,Time,Data");
```

```
  Serial.println("HX711 calibration sketch");
```

```
  Serial.println("Remove all weight from scale");
```

```
  Serial.println("After readings begin, place known weight on scale");
```

```
  Serial.println("Press + or a to increase calibration factor");
```

```
  Serial.println("Press - or z to decrease calibration factor");
```

```
  scale.begin(A0, A1);
```

```
  scale.set_scale();
```

```
  scale.tare(); //Reset the scale to 0
```

```
  long zero_factor = scale.read_average(); //Get a baseline reading
```

```
  Serial.print("Zero factor: "); //This can be used to remove the need to tare the  
scale. Useful in permanent scale projects.
```

```
    Serial.println(zero_factor);
}

void loop() {

    Serial.print("DATA,TIME,");

    scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this calibration factor

    Serial.print(scale.get_units(), 1);

    Serial.print(",");

    //if (scale.get_units()< 8.09,1)

    //{

    // Serial.print(scale.get_units()*2.252-7.320, 1);

    //}

    //if(scale.get_units()> 8.09,1){

        Serial.print(scale.get_units()*1.881-4.517, 1);

    //}

    Serial.print(",");

    Serial.print(" calibration_factor: ");

    Serial.print(",");

    Serial.print(calibration_factor);

    Serial.println();

    if(Serial.available())
```



```
{  
  char temp = Serial.read();  
  if(temp == 'a')  
    calibration_factor += 1000;  
  else if(temp == '-' || temp == 'z')  
    calibration_factor -= 1000;  
    else if( temp == 'x')  
      calibration_factor += 100;  
    else if( temp == 'c')  
      calibration_factor -= 100;  
    else if( temp == 'v')  
      calibration_factor += 10;  
    else if( temp == 'b')  
      calibration_factor -= 10;  
    else if( temp == 'n')  
      calibration_factor += 1;  
    else if( temp == 'm')  
      calibration_factor -= 1;  
  
  }  
}
```

CURRICULUM VITAE



A. DATA PRIBADI

1. Nama : Abimanyu Rizkiandi
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 12 Mei 1996
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 164 cm / 60 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Jl. Platina VII A Lk. II No. 19
Kel. Titipapan
Kec. Medan Deli
Kot. Medan
9. No. Hp : +6283197673173
10. Email : abimanyurizkiandi@rocketmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. 2002 – 2008 : SD Swasta Tribakti I
2. 2008 – 2011 : SMP Negeri 38 Medan
3. 2011 – 2014 : SMA Swasta Pangeran Antasari
4. 2014 – 2018 : Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara, Fakultas Teknik,
Program Studi Teknik Mesin S1