

**RANCANGAN PROTOTIPE ANTI-ICING WINDSHIELD PESAWAT DENGAN
MENGUNAKAN SENSOR LM-35 BERBASIS MICROCONTROLLER ARDUINO
UNO DI DAERAH TROPIS**

Faisal Wira Irawan¹, Margono¹, Wasito Utomo¹

¹⁾ Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email : faizal.an3@gmail.com

Abstrak

Sistem anti es di pesawat berfungsi untuk mencegah terjadinya es pada bagian pesawat saat berada pada suhu rendah. Sistem anti es pada pesawat mempunyai dua macam, yaitu *anti-icing* dan *de-icing*. *Anti-icing system* adalah sistem anti es yang bekerja supaya es tidak terjadi pada bagian pesawat tertentu, sedangkan *de-icing system* adalah sistem yang bekerja pada saat terjadi es di bagian tertentu. Hanggar Politeknik Penerbangan Surabaya memiliki laboratorium *Aircraft System* yang menunjang pembelajaran praktik untuk menguji kebenaran dari suatu teori yang di pelajari di kelas. Hanggar di Politeknik Penerbangan Surabaya sudah memiliki alat penunjang praktik. Pada perancangan prototipe *anti-icing* kali ini menggunakan sensor suhu dimana sensor tersebut akan mendeteksi suhu es dan akan mengirim sinyal pada *microcontroller* yang akan mengaktifkan serangkaian sistem pemanas untuk memanaskan *windshield* sehingga *windshield* terjaga dari pembentukan es. Dengan adanya rancangan prototipe ini diharapkan dapat mempermudah taruna dalam menjalani proses pemahaman tentang bagaimana sistem anti-icing bekerja pada bagian *windshield* pesawat terbang, sehingga proses belajar mengajar dapat berjalan lebih efisien.

Kata Kunci : *Anti-Icing System, De-Icing System, Microcontroller, Windshield.*

Abstract

The anti-ice system on the aircraft serves to prevent the occurrence of ice on the plane when at low temperatures. The anti-ice system on the aircraft has two types, namely anti-icing and de-icing. Anti-icing system is an anti-ice system that works so that ice does not occur in certain parts of the aircraft, while a de-icing system is a system that works when ice occurs in certain parts. The Surabaya Polytechnic Flight Hangar has an Aircraft System laboratory that supports practical learning to test the truth of a theory learned in class. The hangar at Surabaya Aviation Polytechnic already has practical support tools. In the design of the anti-icing prototype this time using a temperature sensor where the sensor will detect the temperature of ice and will send a signal to the microcontroller which will activate a series of heating systems to heat the windshield so that the windshield is protected from ice formation. The existence of this prototype design is expected to facilitate cadets in undergoing a process of understanding about how the anti-icing system works on the aircraft's windshield, so that the teaching and learning process can run more efficiently.

Keywords: *Anti-Icing System, De-Icing System, Microcontroller, Windshield.*

PENDAHULUAN

Seperti yang kita ketahui bersama, dalam kehidupan sehari-hari kita tidak dapat lepas dari transportasi yang menunjang efisiensi ketepatan waktu, transportasi sudah menjadi salah satu peran penting bagi masyarakat dunia, seperti mobil, kereta, kapal laut dan pesawat. Di era modern saat ini, transportasi penerbangan merupakan salah satu transportasi yang sangat diminati oleh seluruh masyarakat dunia. Indonesia merupakan salah satu negara yang mendukung atas majunya transportasi udara ini.

Dalam dunia penerbangan tidak lepas dengan pentingnya peran *windshield* di pesawat, *windshield* berfungsi sebagai menghalau angin dan melindungi pengemudi dari benda-benda asing yang masuk kedalam ruang kemudi, agar tidak langsung terkena pengemudi atau pilot. Dengan kecepatan diatas 500kmph dan saat ketinggian lebih dari 1000 kaki di atas permukaan laut serta *pressure* di ketinggian tersebut. *Windshield* mempunyai suatu sistem kerja yang sangat menunjang demi keselamatan penerbangan, anti icing merupakan sistem kerja di dalam *windshield* pesawat yang berfungsi sebagai sensor pemanas sehingga tidak terjadi pembekuan es saat pesawat di udara.

Dalam berbagai kegiatan praktikum di hanggar penulis jarang sekali melihat adanya alat peraga yang portable untuk menunjang pembelajaran . Dalam melaksanakan praktek ada beberapa masalah yaitu kurangnya alat peraga. Oleh karena itu penulis ingin membuat alat peraga untuk membantu pembelajaran.

Dari permasalahan tersebut penulis mencoba membuat suatu alat untuk menunjang pembelajaran di hanggar yaitu **“RANCANGAN PROTOTYPE ANTI-ICING WINDSHIELD PESAWAT**

DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR LM-35 BERBASIS MICROCONTROLLER ARDUINO UNO DI DAERAH TROPIS” Alat peraga ini bertujuan agar kita dapat mengetahui cara kerja pemanas yang terdapat pada *windshield* pesawat sebagai alat pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Rumusan masalah didasarkan identifikasi dan pembatasan masalah, penulis membuat perumusan masalah : bagaimana cara kerja *anti-icing* pada *windshield* pesawat pada keadaan normal, bagaimana cara kerja *anti-icing* pada *windshield* pesawat bekerja suhu dingin?

Pembatasan masalah didasarkan pada uraian identifikasi masalah tersebut diatas dan dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu maupun kemampuan penulis, maka penulis membatasi permasalahan hanya pada cara kerja anti-icing dengan menggunakan alat sederhana.

Tujuan penelitian dalam penyusunan Penelitian ini penulis mempunyai tujuan. Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut : Untuk mengetahui cara kerja *anti-icing* pada *windshield* pesawat pada keadaan normal, untuk mengetahui cara kerja *anti-icing* pada *windshield* pesawat bekerja suhu dingin, dan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Ahli Madya (A.Md).

Manfaat penelitian untuk mengetahui Perancangan ini memberikan manfaat bagi penulis karena dapat mengetahui cara kerja sistem *anti-icing* pada *windshield* pesawat dan bagi lembaga pendidikan dapat menjadikan alat peraga sebagai bahan pembelajaran taruna.

METODE

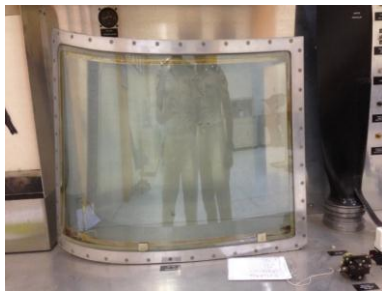
Dalam dasar rancangan alat ini yaitu dengan menggunakan LCD sebagai *interface*

dari informasi yang ditampilkan setelah diproses oleh mikrokontroler *Arduino-Uno*.

Dalam rancangan alat sistem anti-icing ini terdapat juga sebuah sensor yang berfungsi untuk alat otomatis mengaktifkan dan mematikan elemen panas yang menempel pada windshield.

Pada saat ini Politeknik Penerbangan Surabaya memiliki sarana pratikum yang sangat memadai mulai dari laboratorium dan perangkat trainer yang menunjang materi pembelajaran, namun masih terdapat beberapa sarana pratikum yang belum tersedia untuk dapat melengkapi sarana pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Penulis melihat perlunya sebuah alat untuk membantu dalam proses pratikum *aircraft system* yang portable, efisien dan membuat suatu proses yang belum terdapat di trainer yang ada. karena saat ini khususnya dalam proses praktek *aircraft system* Taruna Prodi Teknik Pesawat Udara masih merasa kesulitan dalam melaksanakan praktek tersebut. Pada gambar 3.1 dan gambar 3.2 merupakan bentuk windshield yang terdapat di lab AMTO.



Gambar 3.1 Kondisi Saat Ini *Aircraft Anti-icing* pada *Windshield*
Sumber : Dokumentasi Penulis (2018)



Gambar 3.2 Kondisi Saat Ini *Aircraft Anti-icing* pada *Windshield*

Sumber : Dokumentasi Penulis (2018)

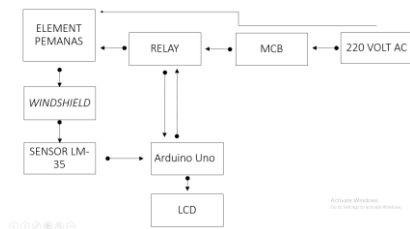
Penulis mencoba untuk melakukan penelitian dan mewujudkan suatu alat sebagai media pembelajaran khususnya untuk proses pratikum *aircraft system* sebagai penerapan materi yang telah di dapatkan.

Dengan membuat penelitian yang berjudul ” **RANCANGAN PROTOTIPE ANTI-ICING WINDSHIELD PESAWAT DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR LM-35 BERBASIS MICROCONTROLLER ARDUINO UNO DI DAERAH TROPIS**”. Pembuatan rancangan ini diharapkan dapat menambah efisiensi waktu, menambah pemahaman, dan dapat memudahkan pembelajaran khususnya saat pratikum dengan cara memberikan penjelasan secara visual tentang sistem anti-icing yang terdapat di pesawat. Gambar 3.3 merupakan rancangan yang diinginkan oleh penulis.



Gambar 3.3 Kondisi Yang Diinginkan
Sumber : Hasil Olahan Penulis (2019)

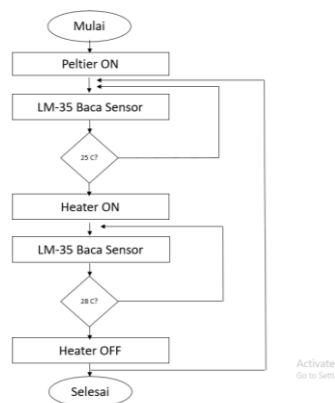
Perangkat yang akan dirancang pada gambar 3.4 merupakan skema blok diagram dan mempunyai prinsip kerja sebagai berikut :



Gambar 3.4 Blok Diagram Rancangan
 Sumber : Hasil Olahan Penulis (2019)

Penggunaan Arduino Uno pada rancangan ini berfungsi sebagai *receiver* data. Sensor LM-35 berfungsi sebagai input data dan disalurkan ke Arduino Uno kemudian data tersebut akan dikeluarkan oleh LCD sebagai tampilan dan akan berubah sesuai suhu yang ada. Relay berfungsi sebagai menstabilkan arus listrik yang masuk sehingga tidak berlebihan yang dapat merusak komponen.

Pada gambar 3.5 merupakan flowcart system yang menerangkan bagaimana proses yang terjadi.



Gambar 3.5 Flowcart System Anti-Icing
 Sumber : Hasil Olahan Penulis (2019)

Dimulai dari power supply 12V 10A yang menghidupkan pendingin peltier, sehingga suhu wadah mendingin dan mempengaruhi suhu windshield. Sensor LM-35 akan memantau suhu yang menurun di daerah windshield yang mana akan diberikan input data kepada Arduino Uno. Sehingga Arduino Uno dapat memberikan perintah langsung ke relay untuk dapat mengaktifkan pemanas yang telah terpasang. Setelah suhu meningkat sensor LM-35 tetap akan

memantau suhu di daerah windshield, jika suhu sudah mencapai pada temperature yang di inginkan maka, sensor LM-35 memberikan input data ke Arduino Uno sehingga Arduino Uno dapat melanjutkan untuk memberikan perintah ke relay agar menonaktifkan pemanas.

Dalam perancangan dan pembuatan alat membutuhkan beberapa komponen sebagai berikut:

1. Sensor suhu LM-35

Untuk mengukur perubahan temperatur yang terjadi digunakan sensor suhu LM 35 dan termometer sebagai pembanding temperatur keluaran LM 35. LM35 merupakan sensor dalam bentuk IC yang memiliki kecermatan tinggi. IC berfungsi untuk meubah temperatur lingkungan menjadi sinyal listrik dimana tegangan outputnya proporsional terhadap derajat celcius (oC) dengan koefisien sebesar 10 mV/oC untuk setiap kenaikan suhu 1 oC Sensor temperatur LM35 akan memiliki nilai tahanan yang berbanding terbalik dengan perubahan temperatur lingkungan yaitu nilai tahanan akan meningkat jika temperatur lingkungan rendah dan sebaliknya. Keuntungan lain dari sensor LM 35 adalah memberikan akurasi sebesar $\pm 1/4$ °C pada suhu ruangan dan $\pm 3/4$ °C terhadap suatu rentang suhu -55°C hingga $+150^{\circ}\text{C}$ tanpa penyetelan atau pengukuran, impedansi keluaran LM35 yang rendah, keluaran linier, dan proses kalibrasi yang mudah dan tepat sehingga dapat dibaca dan diatuis sirkulasinya serta dapat menggunakan catu daya tunggal atau dengan catu daya plus (+) dan minus (-). Pada aplikasi ini rangkaian sensor suhu LM35 diberi tegangan 5V dan dapat dilihat hasil sensornya pada tegangan 10 mV/°C.

2. Arduino Uno

“RANCANGAN PROTOTIPE ANTI-ICING WINDSHIELD PESAWAT DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR LM-35 BERBASIS MICROCONTROLLER ARDUINO UNO DI DAERAH TROPIS”

Tujuannya adalah untuk mengetahui hasil keadaan pada rangkaian yang telah dibuat, sehingga diketahui kondisi alat yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Untuk tujuan ini, hasil dan pembahasan pada bab 4 akan dilakukan dengan pengujian alat.

Adaptor DC adalah komponen yang digunakan sebagai sumber input untuk Arduino uno 12 VDC, sebelum digunakan Adaptor dilakukan pengujian oleh penulis dengan tujuan mengetahui apakah rangkaian pada Adaptor DC berfungsi dengan baik. Pengujian rangkaian Adaptor DC dimulai dari pengukuran tegangan input AC. Kemudian dilanjutkan dengan mengukur tegangan output DC menggunakan alat ukur tegangan avometer.



Gambar 4.1. Pengukuran tegangan output DC
 Sumber : Dokumentasi Penulis (2019)

Setelah dilakukan pengujian pada gambar 4.1 maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Tegangan Adaptor

Tegangan Input Adaptor (V) AC	Tegangan Output Adaptor (V) DC	Keterangan
220 V (AC)	7,3V (DC)	NORMAL (7-12 V DC)

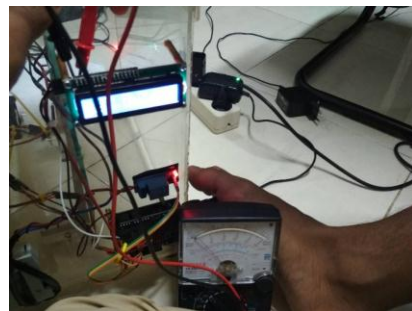
Sumber : Hasil Olahan Penulis (2019)

Analisa:

Setelah dilakukan beberapa pengujian, penulis mendapat data bahwa tegangan output Adaptor DC telah sesuai dengan yang dibutuhkan.

4.1.2 Pengujian dan Analisa LCD 16 X 2

LCD adalah komponen yang digunakan sebagai display indikator dari data input yang diperoleh dari sensor suhu. Adapun ukuran tegangan yang diperlukan oleh LCD agar mempunyai kinerja yang baik.



Gambar 4.2. Pengukuran tegangan LCD
 Sumber : Dokumentasi Penulis (2019)

Setelah dilakukan pengujian pada gambar 4.2 maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan LCD 16 X 2

Tegangan Input LCD	Keterangan
3,6 V (DC)	Normal (3,5-6 V DC)

Sumber : Hasil Olahan Penulis (2019)

Setelah dilakukan pengujian terhadap tegangan, adapun cara pengujian untuk membuktikan bahwa LCD 16 X 2 berfungsi dengan baik yaitu dengan memasukan koding pada software arduino IDE pada gambar 4.4 dan di buktikan secara visual pada gambar 4.5.

```

sketch_jul17b | Arduino 1.8.8
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jul17b $
Serial.begin(9600);

lcd.begin();
lcd.backlight();
lcd.print(" Poltekbang Sby! ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" Faisal Wira !");
    
```

Gambar 4.3. Koding LCD pada Arduino Uno
 Sumber : Olahan Penulis (2019)



Gambar 4.4. Tampilan LCD

Sumber : Dokumentasi Penulis (2019)

Analisa:

Setelah dilakukan beberapa pengujian, penulis mendapat data bahwa tegangan output LCD dan koding LCD telah sesuai dengan yang dibutuhkan.

Sensor suhu LM-35 merupakan sensor suhu yang memberikan data input kepada arduino untuk dapat di tunjukan suhunya pada LCD. Adapun ukuran tegangan yang diperlukan oleh sensor LM-35 agar mempunyai kinerja yang baik.



Gambar 4.5. Pengukuran Tegangan Sensor LM-35

Sumber : Dokumentasi Penulis (2019)

Setelah dilakukan pengujian pada gambar 4.5 maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan Sensor LM-35

Tegangan Input Sensor LM-35	keterangan
5V (DC)	Normal (4-30 V DC)

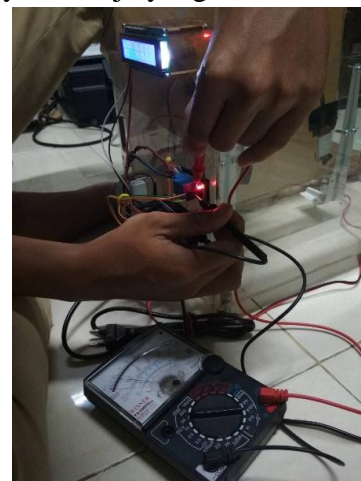
Sumber : Hasil Olahan Penulis (2019)

Analisa:

Setelah dilakukan beberapa pengujian, penulis mendapat data bahwa tegangan output sensor LM-35 sesuai dengan yang dibutuhkan.

4.1.4 Pengujian dan Analisa Relay

Relay merupakan sakral yang dioperasikan otomatis, sesuai dengan arus listrik yang masuk. Adapun ukuran tegangan yang diperlukan oleh sensor LM-35 agar mempunyai kinerja yang baik.



Gambar 4.6 Pengukuran Tegangan Relay

Sumber : Dokumentasi Penulis (2019)

Setelah dilakukan pengujian pada gambar 4.5 maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Tegangan Relay

Tegangan Input Relay	keterangan
5V (DC)	Normal (5 V DC)

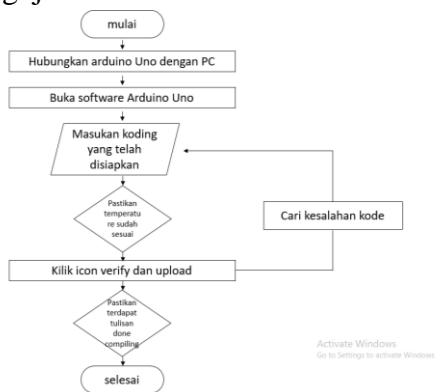
Sumber : Hasil Olahan Penulis (2019)

Analisa:

Setelah dilakukan beberapa pengujian, penulis mendapat data bahwa tegangan output relay telah sesuai dengan yang dibutuhkan.

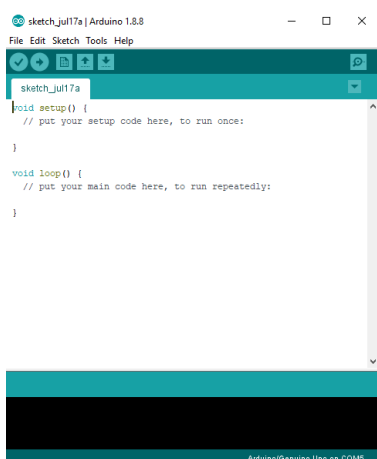
Pada rangkaian alat ini, Arduino yang digunakan adalah Arduino *Integrated Development Environment (IDE)*. Pengujian pada Arduino IDE dilakukan untuk memastikan program yang akan dimasukkan pada Arduino Uno tidak mengalami *error*.

Cara pengujian :



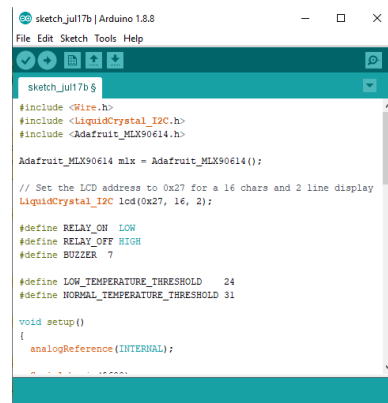
Gambar 4.7 Flowcart Pengujian Arduino Uno
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

- Hubungkan Arduino Uno dengan PC/Laptop yang telah terinstall *software* Arduino IDE
- Buka software Arduino IDE



Gambar 4.8 New Folder software Ardunio IDE
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

- Siapkan Kode yang telah dirancang sebelumnya dan salin ke software Arduino IDE.



Gambar 4.9 Code Sensor Anti-Icing
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

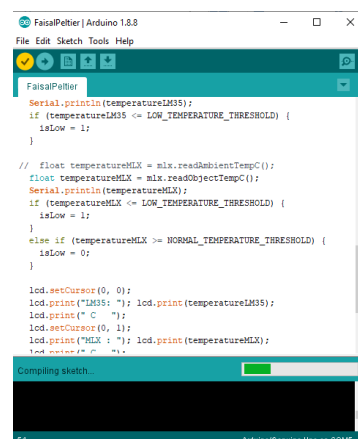
- Pastikan Low Temperature dan Normal Temperature Threshold sudah seperti yang diinginkan

```
#define RELAY_ON LOW
#define RELAY_OFF HIGH
#define BUZZER 7

#define LOW_TEMPERATURE_THRESHOLD 24
#define NORMAL_TEMPERATURE_THRESHOLD 31
```

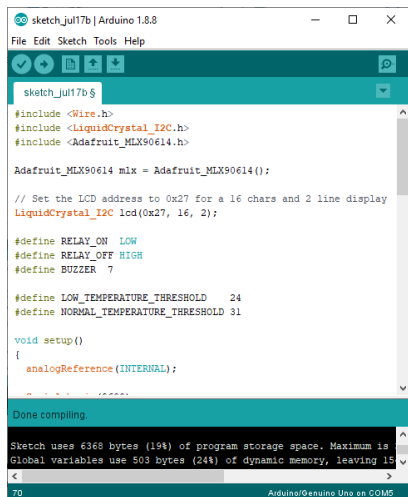
Gambar 4.10 Adjustable of Temperature Sensor
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

- Klik icon Verify di pojok kiri atas dalam software Arduino Uno



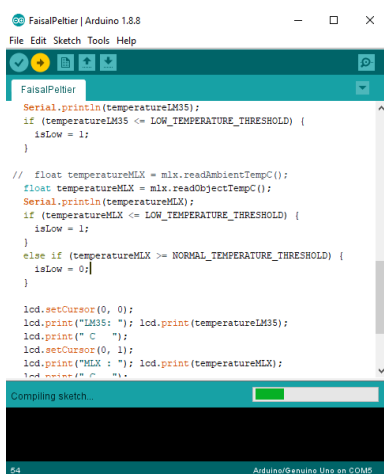
Gambar 4.11 compiling sketch of verify
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

- Pastikan tampilan hasilnya “Done Compiling” untuk memastikan Program Tidak Mengalami eror



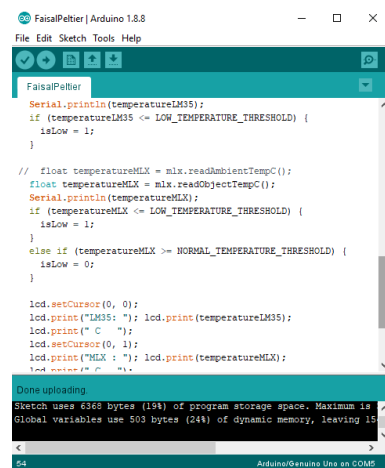
Gambar 4.12 *Done Compiling of Verify*
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

- Klik Icon Upload yang bergambarkan panah dalam software arduino uno



Gambar 4.13 *Compiling Sketch of Upload*
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

- Pastikan tampilan hasilnya “Done Compiling” untuk memastikan Program Tidak Mengalami eror



Gambar 4.14 *Done Compiling of upload*
 Sumber: Olahan Penulis (2019)

Analisa :

Dari hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa program pada Arduino IDE bekerja dengan baik dan sudah siap untuk di *Upload* ke *board* Arduino Uno.

Pengujian pada rancangan ini yaitu dengan menghidupkan sistem anti-icing dan mendinginkan prototipe dengan peltier yang telah disediakan. Ketika peltier di hidupkan, komponen ini menghasilkan suhu dingin yang kemudian di tangkap oleh sensor lm-35. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa ketika suhu mencapai suhu terendah yg di tentukan maka sensor berfungsi sesuai dengan keinginan penulis. Berikut merupakan proses dari pengujian:

1. Pastikan data arduino telah di setting pada suhu minimal (25 derajat C) dan suhu maksimal (28 derajat C) yang diinginkan
2. Pastikan semua power terpasang
3. Pastikan suhu asal dalam suhu normal atau suhu ruangan
4. Tunggu beberapa menit hingga pendingin peltier mendinginkan
5. Amati perubahan suhu yang terdisplay pada LCD dan catat perubahan suhunya
6. Amati ketika sensor berfungsi dan suhu telah mencapai titik yang diinginkan.

Setelah dilakukan pengujian, penulis mendapatkan data sesuai yang diinginkan oleh penulis. Namun penulis belum dapat membuat suhu yang dapat membekukan benda.

Pengujian

Setelah dilakukan pengujian, penulis mendapatkan data sesuai yang diinginkan oleh penulis. Namun penulis belum dapat membuat suhu yang dapat membekukan benda.

Dari pengujian sensor Anti-Icing yang dilakukan, pendingin peltier dapat bekerja namun hanya dapat mendinginkan windshield mencapai suhu 25 derajat C, sedangkan sensor LM-35 yang mendeteksi suhu turun bekerja dengan normal dan otomatis menyalakan elemen pemanas, dan ketika mencapai suhu tertinggi yang diinginkan sensor bekerja dengan normal mematikan elemen pemanas.

Kekurangan Alat

1. Belum bisa mensimulasikan terjadinya pembekuan es di *windshield*.
2. Hanya dapat mensimulasikan penurunan dan kenaikan suhu yang relatif kecil.

Kelebihan Alat

1. Desain alat *portable* yang mudah di bawa sebagai bahan uji praktek ketika dikelas
2. Rancangan simpel, dengan mudah taruna dapat memahami sistem kerja anti-icing pada *windshield* yang terjadi di pesawat.

PENUTUP

Simpulan

1. Suhu lingkungan mempengaruhi suhu yang terdapat di dalam prototipe penulis.

2. Dalam pengujian sensor otomatis dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diterapkan.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk mengembangkan sistem ini sebagai berikut:

1. Dalam rancangan ini masih belum bisa mencapai suhu terendah yang terjadi di penerbangan, untuk itu diharapkan penulis selanjutnya bisa mengganti sistem pendingin dengan komponen elektroik lain yang dapat mendinginkan suhu sekecil mungkin.
2. Dalam rancangan tempat windshield masih dapat di pengaruhi oleh suhu lingkungan, untuk penulis selanjutnya diharapkan memakai wadah yang dapat menahan suhu luar dan suhu dalam agar tidak berpengaruh.
3. Dalam rancangan ini masih menggunakan element pemanas pada 2 titik, sehingga tidak dapat menyebarkan panas dengan maksimal, untuk penulis selanjutnya diharapkan memakai element pemanas yang fleksibel dan dapat menyebarkan panas dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Aviation Maintenance Technical Handbook*.
- [2] *Digital Techniques*, Kementrian Perhubungan Badan Pendidikan dan Pelatihan Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya.
- [3] Khadir,A,2016,*Simulasi Arduino Panduan Praktis untuk Mempelajari Pembuatan Proyek Berbasis Arduino dan Pemograman melalui simulasi menggunakan 123D Circuit*, Melaka:PT Elek Media Komutindo.

- [4] Muhsin,M,2004,*Elektronika Digital Teori dan soal Penyelesaian*, Ponorogo: penerbit Andi
- [5] *Federal Aviation Administration*, www.faa.gov di akses 24 januari 2019
- [6] *Belajar Bagaimana Mengendari De-Ice Sebuah Pesawat Kecil*, RoutesToFinance.com, diakses 24 Januari 2019
- [7] Fadjar Nugroho, Icing, *Artikel Anti-Ice dan De-Ice* (24 Agustus 2008), www.ilmuterbang.com, diakses 24 Januari 2019
- [8] Chachadwiar, *Berbagai Macam Jenis Kaca dan Sifatnya* (23 Januari 2019), <https://kacapatri.net/jenis-kaca/>, diakses 24 Januari 2019
- [9] www.wikipedia.com (online)
- [10] Nurhadi Budi Santosa, MENGENAL THERMO-ELECTRIC (PELTIER) Diambil dari :<https://www.vedcmalang.com/pppptkb/oemlg/index.php/baru/45-listrik-elektronika/1292-mengenal-thermo-electric-peltier>
- [11] Hebei I.T.(Shangai) Co.,Ltd. Diambil dari : <http://www.hebeiltd.com.cn/peltier.datasheet/TEC1-12706.pdf>
- [12] Jurnal Teknologi Elektro Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay (2017) Diambil dari : <http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jte/article/view/1601>
- [13] Jurnal Fisika Unand Vol 5, No 1, Januari 2016 Diambil dari : <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/issue/archive>