

METODE BARU PERNACANGAN MESIN PENDINGIN MINI MENGUNAKAN RANGKAIAN VARIABEL LM317 BERBASIS ARDUINO UNO (FOKUS *HARDWARE* DAN *SOFTWARE*)

Zulkarnain Lubis , Ambri Wibowo, Selly Annisa

Fakultas Teknik

Institut Teknologi Medan, Jl. Gedung Arca No. 52 Medan , Indonesia

dr.zulkarnainlubis@itm.ac.id

Abstrak

Salah satu kesulitan masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan adalah mendapatkan kesegaran buah atau sayuran di pasar atau pusat perbelanjaan lainnya. Itudikarenakan sebagian besar buah dan sayuran yang adadi daerah perkotaan disuplay dari daerah perdesaan, sehingga kualitas kesegarannya berkurang atau hilang pada saat penyuplaian yang mungkin memakan waktuseharian atau bahkan sampai dua hari perjalanan. Dengan menurunkan suhu suatu produk, aktivitas enzim dan mikroba yang ada akan berkurang, sehingga penurunan mutu atau kerusakan dapat dihambat pada buah-buahan atau sayur-sayuran. Dengan cara tersebut jangka waktu penyimpanan atau daya tahan dapat ditingkatkan. Dalam merancang sebuah alat yang akan di bangun, terlebih dahulu di butuhkan alat yang di perlukan agar menghasilkan suatu rancangan alat yang sesuai dengan yang di harapkan. Tujuan dari perancangan ini adalah membuat mesin pendingin dengan rangkaian variabel LM317 berbasis arduino uno. Mesin pendingin sesuai namanya adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mendinginkan. Mesin ini sangatlah diperlukan setidaknya satu buah dalam sebuah rumah tangga. Berfungsi untuk mendinginkan sekaligus mengawetkan bahan makan dan minuman serta memperlambat pembusukannya. Untuk membuat mesin pendingin dengan rangkaian variabel LM317 berbasis arduino uno dibutuhkan sebuah peltier yang memiliki 2 sisi yaitu panas dan dingin. Sisi dingin digunakan untuk mendinginkan box. Suhu dapat diatur melalui potensio meter untuk menurunkan maupun meningkatkan suhunya. Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler dari LCD dan sensor suhu, LCD berfungsi untuk menampilkan suhu dalam skala celsius dan sensor suhu berfungsi untuk mendeteksi suhu.

Kata-Kata Kunci : *Arduino Uno, Liquid Crystal Display (LCD), Limit Switch, Relay, Sensor Suhu LM35*

I. Pendahuluan

Salah satu kesulitan masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan adalah mendapatkan kesegaran buah atau sayuran di pasar atau pusat perbelanjaan lainnya. Itudikarenakan sebagian besar buah dan sayuran yang adadi daerah perkotaan disuplay dari daerah perdesaan, sehingga kualitas kesegarannya berkurang atau hilang pada saat penyuplaian yang mungkin memakan waktuseharian atau bahkan sampai dua hari perjalanan. Dengan menurunkan suhu suatu produk, aktivitas enzim dan mikroba yang ada akan berkurang, sehingga penurunan mutu atau kerusakan dapat dihambat pada buah-buahan atau sayur-sayuran. Dengan cara tersebut jangka waktu penyimpanan atau daya tahan dapat ditingkatkan. Permasalahan yang ada saat ini adalah kurangnya pendingin portabel yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk mendinginkan bahan makanan. Pada sistem refrigrasi dan tata udara, belakangan ini telah dikenal teknologi pendinginan atau pemanasan termoelektrik berbasis program dengan perangkat *board arduino*.

Termoelektrik merupakan sumber alternatif utama dalam menjawab kebutuhan energi tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk merancang sebuah alat kotak pendingin mini yang menggunakan alat portabel yang tersusun dari kipas, *heatsink* dan elemen *peltier* dan mengetahui prinsip kerja dari sistem pendingin serta penurunan temperatur ruang

pendingin yang dihasilkan oleh elemen peltier dan mengetahui pengaruh variasi laju aliran pada pipa kapiler terhadap perubahan temperatur didalam kotak pendingin termoelektrik.

Penelitian ini difokuskan untuk merancang dan menguji pendingin termoelektrik dengan variasi input daya pada pompa untuk beban 2 kaleng minuman. Hasil pengujian diperoleh besarnya kalor yang diserap sebesar 0,1524 Watt dari jumlah panas total sebesar 3,165 watt. Pada saat pemberian daya listrik pada pompa sebesar 9 W selama 45 menit, temperatur dalam box adalah 22°C dari suhu awal 31°C. Termoelektrik yang digunakan adalah TEC 1-12706 yang mampu mencapai temperatur 5°C. *Accumulator* yang digunakan pada sistem menggunakan *accumulator* merek GS 12V 70 Ah. Hasil pengujian ini menyimpulkan bahwa temperatur dalam box turun 8°C pada penggunaan daya listrik 9 W. Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyediaan lanjut.

Penggunaan *Arduino Uno* sebagai *board* mikrokontroler yang berbasis Atmega328 karena mampu *men-support* mikrokontroler dengan menggunakan kabel USB. *Arduino Uno* bersifat *open source* dan memiliki bahasa pemrograman sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board Arduino Uno* sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan untuk memprogram mikrokontroler di dalam *Arduino Uno*. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain masih menggunakan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. Port USB selain digunakan untuk *loader* ketika memprogram bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. Adapun rangkaian mikrokontroler yang digunakan untuk membuat alat ini adalah *Arduino Uno, Liquid Crystal Display (LCD), limit switch, relay, sensor suhu LM35*.

Pemanasan global adalah proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer laut dan daratan bumi. Menurut berbagai penelitian, pada saat ini suhu dipemukaan bumi sudah menunjukkan peningkatan yang sangat drastic yaitu sekitar $0,6^{\circ}\text{C}$ yang terjadi dalam satu abad terakhir. Peningkatan yang terbilang sangat kecil, namun dampak pemanasan global sangat besar bagi bumi dan kehidupan di bumi.

Menurut para ahli, bahwa pemanasan permukaan bumi terjadi karena meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer yang merangkap panas. Efek rumah kaca terjadi akibat panas yang dipantulkan ke permukaan bumi terperangkap oleh gas-gas di atmosfer, sehingga tidak dapat diteruskan ke ruang angkasa melainkan dipantulkan kembali ke permukaan bumi. Gas yang paling berperan adalah karbon dioksida (CO_2). Penggunaan CFC yang tidak terkontrol. CFC atau *Cloro Flour Carbon* adalah bahan kimia yang digabung menjadi sebuah bahan untuk memproduksi peralatan antar khusus pada peralatan rumah tangga. CFC terdapat pada kulkas dan AC. Berdasarkan menteri perindustrian (2007), *Freon* memiliki harga indek Global Warming Potensial (GWP) 510 kali lebih besar dari pada karbon dioksida (CO_2), yakni sebesar 4.800 yang artinya bilangan 1 Kg *Freon* (R-22) terlepas ke udara maka akan menimbulkan efek pemanasan global setara dengan terbuangnya 4.800 Kg gas CO_2 , *Freon* pun memiliki ALT (*Atmosfer Life Time*) yang sangat besar yaitu 1, artinya gas *Freon* pada kulkas akan bertahan 15 tahun di atmosfer sebelum terurai. Dalam mengatasi masalah tersebut banyak peneliti berlomba-lomba untuk mengurangi pemanasan global, salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat lemari pendingin (kulkas) tanpa *Freon* menggunakan *peltier coller* yang ramah lingkungan.

Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan topik pembahasan mengenai alat pendingin mini yaitu, Prinsip kerja dari termoelektrik adalah dengan berdasarkan efek *seebeck* yaitu "Jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada

ujung yang satu dengan ujung yang lain" Fenomena termoelektrik pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman, *Thomas Johann Seebeck*. Ia menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Di antara kedua logam tersebut lalu diletakkan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut dipanaskan, jarum kompas ternyata bergerak. Belakangan diketahui, hal ini terjadi karena aliran listrik yang terjadi pada logam menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang menggerakkan jarum kompas. Fenomena tersebut kemudian dikenal dengan efek *Seebeck*. [6]

Penelitian selanjutnya pada awal tahun 1990, tuntutan dunia tentang teknologi yang ramah lingkungan sangat besar. Ini memberikan imbas kepada teknologi termoelektrik sebagai sumber energi alternatif. [1]

Azridjal Aziz mahasiswa teknik elektro Universitas Riau pada tahun 2008 juga membuat aplikasi modul pendingin *thermoelectric* sebagai media pendingin kotak minuman. Dari penelitian yang dilakukan diambil kesimpulan bahwa pemakaian modul TEC (efek *peltier*) yang masih terbatas penggunaannya dapat diaplikasikan untuk pendingin dengan beban pendingin kecil, sehingga dikembangkan untuk pendingin makanan dan minuman atau buah dengan ukuran kotak pendingin yang kecil (*mini refrigerator*).

Kemudian pada penelitian selanjutnya pemilihan spesifikasi modul termoelektrik didasarkan pada beban kalor, beda suhu dan parameter listrik yang digunakan. Kelebihan sistem pendingin termoelektrik adalah tidak berisik, mudah perawatan, ramah lingkungan dan tidak memerlukan banyak komponen tambahan. Selain itu manfaat lain dari termoelektrik sebagai mesin pendingin adalah dapat mengurangi polusi udara. *Hydrochlorofluorocarbons* (HCFCs) dan *chlorofluorocarbons* (CFC) dikenal sebagai *ozone depleting substances* (ODSs), yaitu substansi yang menyebabkan penipisan lapisan ozon merupakan zat yang sudah lama dipakai dalam mesin pendingin dengan *freon*. Namun, baru-baru ini telah diterbitkan regulasi mengenai penggunaan zat-zat tersebut dalam mesin pendingin, sehingga mesin pendingin berteknologi termoelektrik menjadi solusi cerdas dalam masalah ini. Dengan teknologi ini dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya seperti itu dan mungkin akan berjalan lebih tenang (karena termoelektrik tidak memerlukan kompresor yang menimbulkan suara bising).

1.1. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini adalah merancang mesin pendingin mini yang ramah lingkungan dengan mengaplikasikan sensor suhu LM35 sebagai pengendali informasi suhu pada mesin pendingin.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah meneliti sistem kerja sensor suhu LM35 pada *Arduino Uno* untuk mengetahui berapa lama waktu yang

dibutuhkan untuk mendinginkan kaleng minuman. Mengajak pengguna untuk mengkampanyekan hidup hemat energy di era modern dan merealisasikan budaya *go green*.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium fisika Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan. Adapun metodologi yang digunakan dalam menyusun dan menganalisa hasil penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur yang berhubungan dengan perancangan pembuatan dan analisis alat ini.
2. Perancangan dan pembuatan alat
Merencanakan peralatan yang dirancang baik *Hardware* maupun *Software*.
3. Pengujian alat
Alat yang dirancang kemudian diuji apakah telah sesuai dengan apa yang direncanakan.
4. Analisis hasil
Data yang telah didapat dari pengujian alat kemudian di analisis dengan menggunakan software.

2.1 Arduino Uno

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. Mikrokontroler ada pada perangkat elektronik di sekeliling kita. Baik robot mainan, maupun robot industri. Karena komponen utama Arduino adalah mikrokontroler, maka Arduino pun dapat diprogram menggunakan komputer sesuai kebutuhan kita [4].

Kegunaan Arduino tergantung kepada kita yang membuat program. Arduino bisa digunakan untuk mengontrol LED, bisa juga digunakan untuk mengontrol helikopter.



Gambar 1 Arduino Uno

Sumber : <http://ilearning.me/arduino.jpg>

2.2 Kelebihan Arduino

1. Tidak perlu perangkat chip programmer karena di dalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer.
2. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakan nya.
3. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap.
4. Memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dll.

2.3 Bahasa Pemrograman Arduino

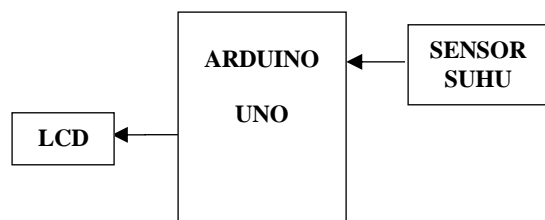
Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah [7].

2.4 Analisis Perancangan Alat

Tujuan dari perancangan ini adalah membuat mesin pendingin dengan rangkaian variabel LM317 berbasis arduino uno. Mesin pendingin sesuai namanya adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mendinginkan. Mesin ini sangatlah diperlukan setidaknya satu buah dalam sebuah rumah tangga. Berfungsi untuk mendinginkan sekaligus mengawetkan bahan makan dan minuman serta memperlambat pembusukannya. Untuk membuat mesin pendingin dengan rangkaian variabel LM317 berbasis arduino uno dibutuhkan sebuah peltier yang memiliki 2 sisi yaitu panas dan dingin. Sisi dingin digunakan untuk mendinginkan box. Suhu dapat diatur melalui potensio meter untuk menurunkan maupun meningkatkan suhunya. Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler dari LCD dan sensor suhu, LCD berfungsi untuk menampilkan suhu dalam skala celcius dan sensor suhu berfungsi untuk mendeteksi suhu.

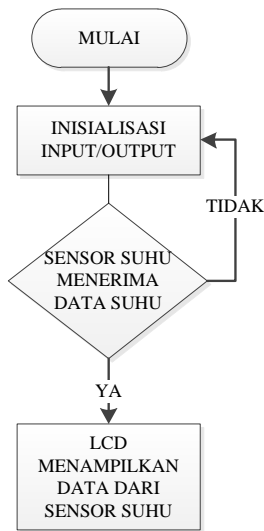
1. Blok Diagram Sistem

Untuk mempermudah dalam perancangan alat dan pemasangan komponen, sebaiknya gunakanlah diagram blok sebagai langkah awal. Pada diagram blok akan di gambarkan secara umum cara kerja rangkaian secara keseluruhan yang ditujukan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

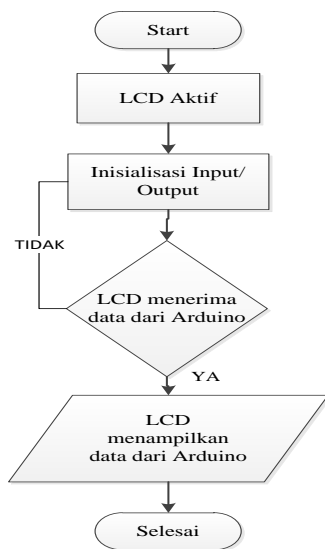
2. Diagram Alir Mesin Pendingin



Gambar 3. Diagram Alir Mesin Pendingin

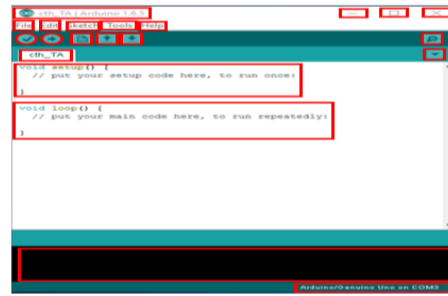
Penjelasan tentang Diagram Alir mesin pendingin cerdas pada gambar 3.2 di atas adalah awal mulai alat hidup sensor suhu akan hidup dan mendeteksi suhu kemudian LCD akan menampilkan hasil dari sensor suhu tersebut. Proses selesai.

3. Diagram Alir Mesin Pendingin dari Sensor Suhu



Gambar 4. Diagram Alir Mesin Pendingin dari LCD

Penjelasan tentang Diagram Alir mesin pendingin mini pada gambar 3.3.3 di atas adalah sebagai posisi awal mulai dan LCD Aktif kemudian menginisialisasi input dan output pada LCD dan menerima data dari Arduino dan LCD menampilkan data dari arduino proses Selesai.



Gambar 5. Contoh Lembar Kerja Arduino

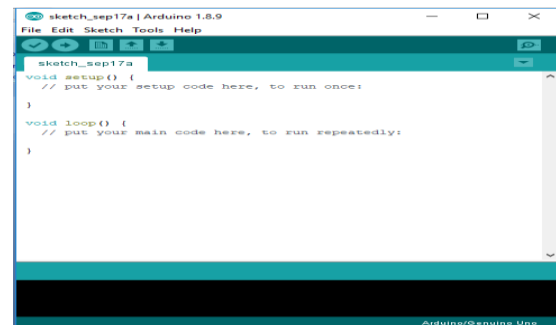
5. Antarmuka Software Arduino IDE

Dalam perancangan software ini, penulis menjelaskan software untuk konsep program ke modul arduino, menggunakan arduino.ide.

6. Tahapan-tahapan Dalam Membuat Program Pada Arduino IDE

1. Membuat Sketch.

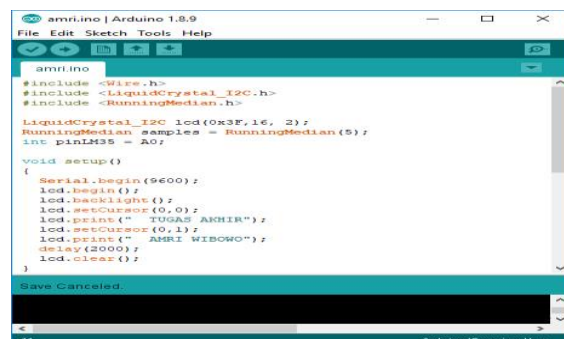
Menjalankan program arduino, bisa dari master arduino yang disimpan ataupun dari ikon di computer atau desktop. Kemudian akan muncul program arduino IDE dengan tampilan sketch sesuai dengan tanggal dan bulan pada saat program dijalankan.



Gambar 6. Sketch

2. Membuat Kode Program Pada Sketch

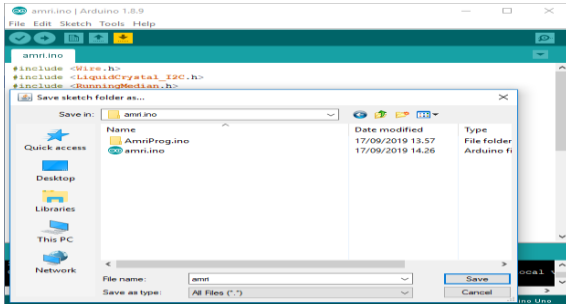
Menulis program yang ingin kita jalankan kedalam sketch, mulai dari fileheader menggunakan directive #include yang berfungsi untuk memberiinformasi kepada kompilator bahwa program yang kita buat akan menggunakan file-file yang didaftarkan. Berikut ini contoh program yang akan di buat.



Gambar 7. Contoh Program

3. Menyimpan Sketch

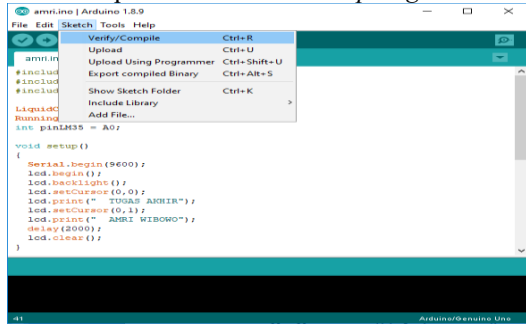
Program yang telah ditulis kemudian disimpan kedalam file yaitu dengan mengklik pada menu file save atau save as, tulis nama file yang diinginkan kemudian klik save.



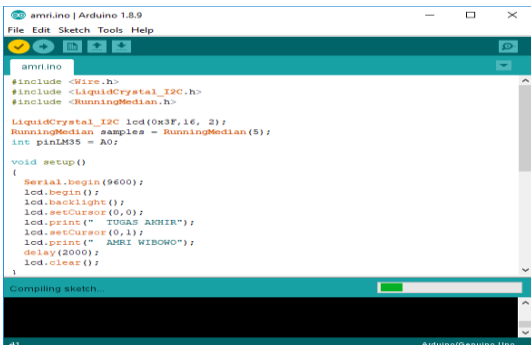
Gambar 8. Menyimpan Program Arduino

4. Menjalankan Sketch (Verify/Compile)

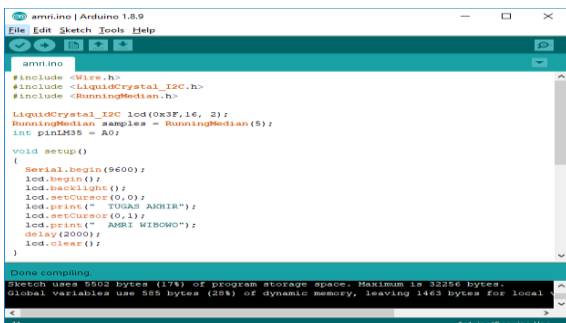
Setelah menyimpan sketch kemudian menjalankan program yaitu dengan cara mengklik symbol Verify atau dari menu sketch pilih Verify/compile bisa juga dengan shortcut Ctrl + R. Apabila program sukses akan mendapat tulisan “Done Compiling”.



Gambar 9. Verify/Compile



Gambar 10. Proses Compile



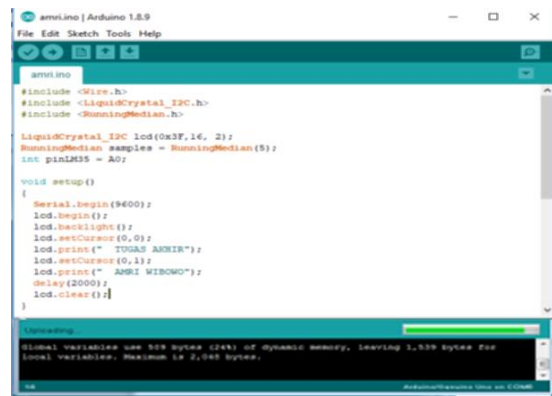
Gambar 11. Done Compiling

5. Upload Program

Setelah selesai diverifikasi sketch hubungkan board arduino ke PC melalui USB kemudian program diupload ke arduino yaitu dengan mengklik symbol upload atau menu file pilih upload. Hal yang perlu diperhatikan adalah harus mengecek port komunikasi mana yang terhubung ke arduino yaitu terhubung pada port: “COM4”. Proses upload akan berjalan beberapa detik. Jika tidak ada kesalahan pada kode program yang dibuat, akan ada notifikasi “Done Uploading” yang menandakan bahwa sketch berhasil di-upload ke board arduino.



Gambar 12. Menyambungkan Port6



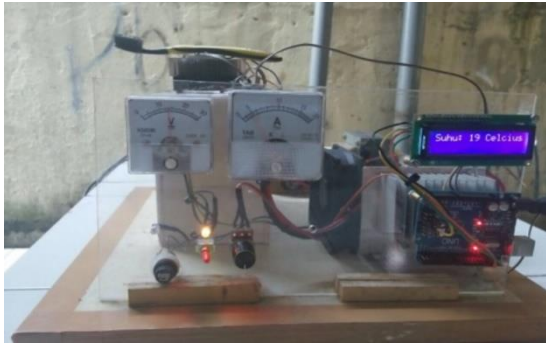
Gambar 13. Proses Uploading

III. Hasil Dan Pembahasan

Adapun hasil dan pembahasan adalah sebagai berikut

3.1 Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian berdasarkan pengimplementasian dari sistem yang dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sistem dan untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan pada perangkat keras atau alat. Secara umum hasil pengujian ini untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi perencanaan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kerja perangkat lunak pada masing-masing blok rangkaian penyusunan sistem, antara lain pengujian sensor suhu, pengujian lcd, dan pengujian rangkaian sistem keseluruhan arduino UNO. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan dibahas untuk dijadikan dalam pengambilan kesimpulan.



Gambar 14. Rangkaian Keseluruhan

Pengujian system keseluruhan bertujuan untuk mengetahui kinerja darisistem apakah bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan membuat miniature simulasi dengan program keseluruhan yang terisi kedalam arduino UNO, lalu diberi catu daya kerangkaian yang terdapat sensor. Pada saat pertama kali dinyalakan sensor suhu dan LCD akan menyala dan tulisan berupa kata selamat datang akan tampil, setelah beberapa detik maka hasil data dari sensor suhu akan terlihat dan program sudah berjalan dengan sebagaimana mestinya.

3.2 Pengujian LCD

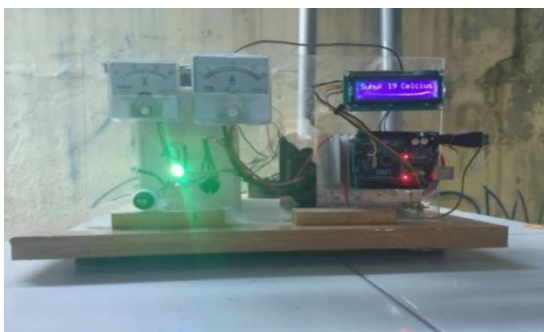
Pada tahap ini akan dilakukan pengujian LCD yang sudah terhubung ke arduino UNO sehingga user bisa melihat perintah apa yang dijalankan oleh alat dan mengetahui warna apa yang telah terdeteksi oleh alat. Berikut tampilan alat :



Gambar 15. Hasil Pengujian LCD

3.3 Pengujian Sensor Suhu

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat yang sudah dihubungkan pada arduino UNO dan rangkaian LCD. Berikut adalah Gambar 16.



Gambar 16. Hasil Pengujian Sensor Suhu

IV. Kesimpulan dan Saran

Adapun kesimpulan dan saran mengenai Mesin Pendingin Mini Menggunakan Rangkaian Variabel LM317 Berbasis Arduino Uno antara lain :

4.1 Kesimpulan

Setelah selesai melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisis sistem maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk merancang dan membangun sebuah mesin pendingin mini dengan rangkaian variabel LM317, sensor suhu LM35. Ketika aktif pertama kali LCD akan hidup dan menampilkan tulisan “Welcome Octa & Bintara” kemudian setelah beberapa saat data yang dibaca dari sensor suhu akan tampil pada LCD menggantikan tulisan sambutan sebelumnya.

4.2 Saran

Penulis juga memiliki saran untuk pengembangan sistem yang dapat berguna bagi pembaca dan mahasiswa, yaitu antara lain :

1. Power yang dibutuhkan untuk mengaktifkan mesin ini diganti dengan baterai sehingga mesin ini menjadi portable dan dapat digunakan dimana saja.
2. Mesin pendingin dibuat lebih besar agar dapat menampung lebih banyak benda untuk didinginkan.

Daftar Pustaka

- [1] Asyafe, (2008), *Tuntutan Dunia Tentang Teknologi Yang Ramah Lingkungan 1990*. Firdausmuhammad.co.id/2012/12/termoelektrik.html.
- [2] A Indriani. *Pemanfaatan Sensor Suhu LM 35 Berbasis Microcontroller Atmega 8535 pada Sistem Pengontrolan Temperatur Air Laut Skala Kecil*. Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.media.neliti.com.
- [3] Anonim, 2016, *LM35 Data Sheet*. National Semiconductor Cooperation Available at: www.national.com/Lm35. [ccesed April5th2016] Anonim 2.2016. *Termoelectric Cooler TEC1-12706 Data Sheet*.
- [4] AW Firmansyah, 2016, *Pengembangan Trainer Mikrokontroler Berbasis Arduino Uno*. Jurnal mahasiswa.unes.ac.id/22716/44.pdf
- [5] Hudaya, R., 2013, *Perancangan dan Implementasi Free Cooling Box Sebagai Pengatur Suhu Pada Shelter BTS Berbasis Mikrokontroler*. Telkom Universitas Journal.
- [6] Nurhadi, I., 2016, *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor SHT11*. Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November, 8.
- [7] Muhaimin, 1993, *Fenomena Termoelektrik Kemudian Di Kenal Dengan Efek Seebeck*. Termoelektrik-Energi-Panas-Menjadi-Listrik, /2010/07/05. Yudhipri.