

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM
PENDINGIN KAPAL IKAN**

SKRIPSI

*Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Strata 1 (S1)
Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



ADNAN MUTAWAKKIL

D091171309

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM
PENDINGIN KAPAL IKAN**

SKRIPSI

*Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Strata 1 (S1)
Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



ADNAN MUTAWAKKIL

D091171309

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM PENDINGIN
KAPAL IKAN**

**Disusun dan diajukan oleh:
ADNAN MUTAWAKKIL
D091171309**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 6 Desember 2022

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr. Eng Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng
NIP. 198102112005011003

Pembimbing Pendamping,

Ir. Sverly Klara, MT
NIP. 196405011990022001

Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan,



Dr. Eng Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng
NIP. 198102112005011003

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Perancangan Sistem Kontrol Suhu Pada Sistem Pendingin Kapal Ikan
Nama Mahasiswa : Adnan Mutawakkil
NIM : D091171309

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Panitia Ujian Sarjana Program Strata Satu (S1) Teknik Sistem Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 6 Desember 2022

Panitia Ujian Sarjana

Ketua : Dr. Eng Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng

Sekretaris : Ir.Syerly Klara, MT

Anggota : 1. A Erwin Eka Putra, ST, MT, Ph.D

: 2. A Husni Sitepu, ST, MT



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adnan Mutawakkil

NIM : D091171309

Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul:

Perancangan Sistem Kontrol Suhu Pada Sistem Pendingin

Kapal Ikan

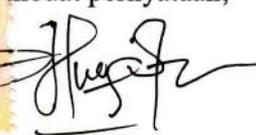
Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 6 Desember 2022



mbuat pernyataan,


Adnan Mutawakkil

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “PERANCANGAN SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN”. Tujuan penulisan ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan Strata I di Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Terselesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

1. Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, ST., M.Inf.Tech., M.Eng. selaku pembimbing I yang selalu bersedia meluangkan waktu ditengah-tengah kesibukan beliau dan juga atas masukan dan nasehat-nasehat selama proses penulisan skripsi ini.
2. Ir. Syerly Klara, MT. selaku pembimbing II dan Pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan masa studi saya serta bimbingan selama proses penulisan skripsi ini.
3. Andi Husni Sitepu, ST., MT. dan Proff. Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT. selaku tim penguji atas saran dan masukannya untuk kesempurnaan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar yang telah mengabdikan diri untuk menjadi pengajar ilmu di Program Studi Teknik Sistem Perkapalan Universitas Hasanuddin: Ir. Zulkifli, MT; Dr. Ir. Ganding Sitepu, Dipl. Ing; Baharuddin, ST., MT; M. Rusdy Alwi, ST., MT; Hasnawiyah Hasan, ST., M. Eng; Rahimuddin, ST., MT; Haryanti Rivai, ST., MT., Ph. D; Dr. Andi Haris Muhammad, ST., MT.
5. Ungkapan terima kasih yang mendalam untuk Ayah dan Ibu serta saudara saya.

6. Rekan-rekan S1 Teknik Sistem Perkapalan 2017 yang tidak sempat saya tuliskan satu persatu.
7. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga amal, bantuan, bimbingan dan doa yang telah diberikan, mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga apa yang telah penulis selesaikan ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Gowa, April 2022

Adnan Mutawakkil

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.6 Metodologi Penelitian	3
I.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Kapal Ikan	5
II.2 Sistem Pendingin.....	5
II.2.1 Pengertian Sistem Pendingin	5
II.2.2 Bagian-bagian sistem pendingin	6
II.2.3 Cara kerja Sistem Pendingin	12
II.3 <i>Thermostat</i>	14
II.4 Sistem Kontrol Otomatis	16
II.4.1 Pengertian Sistem Kontrol Otomatis	16
II.4.2 Pengertian Arduino	17
II.4.3 Sensor Suhu	22
II.4.4 Relai	22
II.4.5 LCD (Liquid Cristal Display)	23
II.5 Dimmer.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
III.2 Metode Penelitian.....	24
III.3 Peralatan dan Komponen Sistem.....	25

III.3.1	Prototipe Sistem Pendingin.....	25
III.3.2	Peralatan.....	27
III.3.3	Komponen Sistem Pendingin.....	29
III.3.4	Komponen Sistem <i>On Off</i> Otomatis	32
III.5	Kerangka Penelitian	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
IV.1	Gambaran Umum Alat	37
IV.2	Pengujian PIN Arduino Uno	38
IV.3	Pengujian Sensor Suhu.....	40
IV.4	Pengujian LCD 16x2.....	41
IV.5	Pengujian Relai	41
IV.6	Pengaplikasian alat <i>Thermostat</i> Arduino pada Sistem Pendingin.....	42
IV.7	Keadaan Kompresor	44
BAB V	PENUTUP	46
V.1	Kesimpulan.....	46
V.2	Saran.....	46
DAFTAR	PUSTAKA	47
LAMPIRAN		
	Lampiran A. Kode Program Arduino	
	Lampiran B. Foto Pengambilan Data	
	Lampiran C. Gambar Alat	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kompresor	6
Gambar 2.2 Kondensor	7
Gambar 2.3 Filter	7
Gambar 2.4 Evaporator	8
Gambar 2.5 Pipa kapiler	9
Gambar 2.6 Tabung <i>refrigerant</i>	12
Gambar 2.7 Sistem kerja mesin pendingin	13
Gambar 2.8 Tampilan program <i>arduino uno</i>	20
Gambar 2.9 Relai	23
Gambar 2.10 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	23
Gambar 3.1 Dimensi kotak pendingin	25
Gambar 3.2 Rangkaian Solar Refrigerator.....	26
Gambar 3.3 Panel surya	27
Gambar 3.4 <i>Battery</i>	28
Gambar 3.5 Inverter	28
Gambar 3.6 Solar charge controller	29
Gambar 3.7 Digital multimeter	29
Gambar 3.8 Kompresor AC	30
Gambar 3.9 Kondensor	30
Gambar 3.10 Filter dan pipa kapiler	31
Gambar 3.11 Evaporator.....	31
Gambar 3.12 <i>Thermostat arduino</i>	31
Gambar 3.13 <i>Refrigerant</i>	32
Gambar 3.14 Arduino	33
Gambar 3.15 LCD 16x2.....	33
Gambar 3.16 Modul relai.....	34
Gambar 3.17 Sensor suhu	34
Gambar 3.18 Dimmer	34
Gambar 3.19 Kabel jumper.....	35
Gambar 3.20 Skema perancangan.....	35

Gambar 4.1 Diagram <i>thermostat</i> arduino	37
Gambar 4.2 <i>Output</i> tegangan pin arduino uno logika <i>high</i>	38
Gambar 4.3 <i>Output</i> tegangan pin arduino uno logika <i>low</i>	38
Gambar 4.4 Skema sensor suhu	40
Gambar 4.5 Hasil pembacaan sensor suhu.....	41
Gambar 4.6 Tampilan LCD	41
Gambar 4.7 Proses pengujian	42
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan percobaan 1, 2 dan 3	44
Gambar 4.9 Keadaan kompresor pada suhu -4.9 °C.	45
Gambar 4.10 Keadaan kompresor pada suhu -10 °C	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Merk dagang <i>refrigerant</i>	11
Tabel 2.2 Penamaan <i>Refrigerant</i> , KodeWarna Serta Rumus Kimianya.....	12
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno.....	18
Tabel 3.1 Ketebalan Material Sistem Pendingin.....	26
Tabel 3.2 Ukuran Sistem Pendingin	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Output Tegangan Arduino Uno	39
Tabel 4.2 Pengujian sensor suhu.....	40
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Relai.....	42
Tabel 4.4 Hasil data suhu.....	43

DAFTAR SIMBOL

PV	= Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>)
R	= <i>Refrigerant</i>
DC	= Arus Listrik Searah (<i>Direct Current</i>)
AC	= Arus Listrik Bolak Balik (<i>Alternating Current</i>)
V	= Tegangan (<i>Volt</i>)
I	= Arus (<i>Ampere</i>)
T	= Waktu (<i>Second</i>)
W	= Daya Listrik (<i>Watt</i>)
KB	= <i>Kilobyte</i>
Hz	= Frekuensi (<i>Hertz</i>)
NC	= <i>Normally Close</i>
NO	= <i>Normally Open</i>
LCD	= <i>Liquid Crystal Display</i>

ABSTRACT

Adnan Mutawakkil. D091171309. **DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN FISHING SHIP COOLING SYSTEM**, Supervised by Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng., dan Ir. Syerly Klara, MT.

The cooling system is the process of cooling a medium to a temperature below the ambient temperature. Temperature regulation is needed in order to increase production value in quantity and quality. The temperature control system in this study was designed using an Arduino Thermostat to set the maximum temperature limit achieved by the cooling system. When the temperature in the cooler is -10°C then the relay will be cut off and stop supplying electricity to the compressor and then the temperature in the cooler will rise. if the temperature in the cooler has reached -5°C then the relay will be connected and return electricity to the compressor. In operation, software is needed, namely Arduino IDE as a microcontroller which functions as a relay controller to turn on and turn off the compressor. Based on the results of temperature measurements, the average length of time used so that the temperature can reach -10°C is about 30 minutes and the relay control for the compressor is working.

Keywords: Cooling System, Temperature Control System, Thermostat Arduino.

ABSTRAK

Adnan Mutawakkil. *D091171309*. **PERANCANGAN SISTEM KONTROL SUHU PADA SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN**, dibimbing oleh Dr. Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng., dan Ir. Syerly Klara, MT.

Sistem pendingin merupakan proses mendinginkan suatu medium sampai suhu berada dibawah suhu lingkungan. Pengaturan suhu diperlukan agar dapat menambah nilai produksi secara kuantitas maupun secara kualitas. Sistem kontrol suhu pada penelitian ini dirancang menggunakan *Thermostat* Arduino untuk mengatur batas nilai maksimum suhu yang dicapai oleh sistem pendingin. Ketika suhu pada kotak pendingin sebesar -10°C maka relai akan terputus dan berhenti mengalirkan listrik ke kompresor dan kemudian suhu di dalam kotak pendingin akan naik. jika suhu pada kotak pendingin telah mencapai -5°C maka relai akan terhubung dan kembali mengalirkan listrik ke kompresor. Dalam pengoperasiannya dibutuhkan software yaitu Arduino IDE sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengontrol relai untuk menyalakan dan mematikan kompresor. Berdasarkan hasil pengukuran suhu, diperoleh rata-rata lama waktu yang digunakan agar suhu dapat mencapai -10°C sekitar 30 menit dan kendali relai untuk kompresor berfungsi dengan baik.

Kata Kunci : Sistem Pendingin, Sistem kontrol suhu , *Thermostat* Arduino.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Bahan bakar fosil sebagai sumber energi saat ini masih menjadi prioritas utama. Pola konsumsi energi dunia, maupun Indonesia saat ini, masih didominasi energi fosil dalam bentuk minyak bumi, gas, dan batu bara. Konsumsi yang berlebihan dan ketergantungan pada sumber bahan bakar fosil akan menimbulkan kelangkaan dikarenakan pembentukannya yang membutuhkan waktu yang sangat lama.

Hal ini jelas merupakan tantangan yang berpotensi menjadi ancaman di sektor energi yang memerlukan penanganan serius. Semakin menurunnya cadangan sumber bahan bakar fosil sebagai bahan bakar pembangkit listrik serta konsumsi yang terus meningkat membuat para ahli memikirkan dan mencari sumber-sumber energi alternatif serta menciptakan teknologi baru yang dapat menggantikan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Oleh karena itu, pada saat ini berbagai riset telah dilakukan di berbagai negara maju untuk mengurangi emisi gas buang dengan menghemat penggunaan bahan bakar fosil, salah satu diantaranya adalah penggunaan sistem *photovoltaic*.

Panel surya adalah alat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Teknologi fotovoltaik (*photovoltaic / PV*) digunakan untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan ini akan disimpan ke dalam baterai, yang dapat digunakan untuk perangkat elektronik dan disesuaikan dengan kebutuhan listriknya.

Indonesia yang mempunyai potensi bahari dan maritim yang luar biasa besar dengan potensi lestari sumber daya ikan di laut sebesar 6,5 juta ton per tahun. Melihat potensi tersebut yang belum dimbangi dengan proses pengolahan ikan yang baik, sehingga aplikasi kotak pendingin dibutuhkan dalam pengolahan ikan [1].

Sistem pendingin pada kapal ikan tradisional masih cenderung konvensional yang mengakibatkan kondisi ikan hasil tangkapan nelayan harus segera dibawa ke daratan. Maka perlunya sebuah sistem pendingin yang optimal

dan juga ramah terhadap lingkungan. Sistem pendingin menjadi salah satu opsi yang dapat digunakan, adapun sumber energi yang dapat digunakan untuk pengoperasiannya adalah dengan menggunakan *photovoltaic*. Selain penggunaan dan pengaplikasian *photovoltaic* yang cenderung lebih mudah dibandingkan energi terbarukan yang lain, *photovoltaic* sangat memungkinkan diterapkan pada perahu nelayan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dari Juarni [2] mengenai pembuatan kotak pendingin menyatakan bahwa Pembuatan sebuah sistem pendingin ikan pada kapal nelayan dapat digunakan untuk mendinginkan ikan hasil tangkapan para nelayan agar kualitas dan mutu ikan ketika berada dilautan sampai dibawa ketempat penjualan ikan dalam keadaan segar, sehingga harga yang ditawarkan lebih tinggi untuk hasil tangkapan yang masih segar. Namun, kotak pendingin yang telah di buat memiliki kekurangan dimana suhu pada kotak pendingin tersebut tidak dapat diatur sesuai suhu yang diinginkan.

Oleh karena itu akan dibuat sebuah *thermostat* yang dapat mengetahui nilai suhu dan pengaturan suhu yang sesuai. Mengingat akan pentingnya pengaturan suhu penulis mengambil judul penelitian “Perancangan sistem kontrol suhu pada sistem pendingin kapal ikan”.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat dikemukakan pada studi ini adalah:

1. Bagaimana desain *thermostat* Arduino pada sistem pendingin?
2. Bagaimana pengaplikasian *thermostat* Arduino pada sistem pendingin?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendesain *thermostat* Arduino pada sistem pendingin.
2. Mengaplikasikan *thermostat* Arduino pada sistem pendingin.

I.4 Batasan Masalah

Pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan, sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kapal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kapal ikan
2. Penelitian ini menggunakan kotak pendingin.
3. Pengaplikasian *thermostat* Arduino dilakukan pada sistem pendingin.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dari sisi energi
Untuk menghemat energi pada sistem pendingin.
2. Dari sisi ekonomi
Untuk meningkatkan kualitas ikan yang disimpan.
3. Dari sisi akademis
Untuk memberikan sumbangan data yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya. Dapat menjadi pertimbangan untuk di terapkan dalam kehidupan sehari-hari.

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penulisan yang digunakan pada penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur, berupa studi kepustakaan, kajian kajian dari buku buku dan tulisa-tulisan yang terkait.
2. Browsing internet, berupa studi artikerl-artikel, gambar-gambar dan buku-buku elektronik (*e-book*) serta data-data lainnya.
3. Studi lapangan, yaitu dengan mengambil data dari hasil pengujian yang dilakukan di labo Sistem Bangunan laut Fakultas Teknik.
4. Diskusi, berupa tanya jawab dengan dosen pembimbing yang ditunjuk oleh Departement Teknik Sistem Perkapalan Universitas Hasanuddin.

I.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini dibagi dalam beberapa bagian untuk mempermudah penulis di dalam memahami tulisan ini, yaitu sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini membahas latar belakang penulisan skripsi, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan pustaka

Pada bab ini membahas teori dasar yang mendukung pada penelitian. Pada bab ini dibahas sistem pendingin, Arduino, Pengaturan suhu.

Bab III Metodologi penelitian

Memuat penjelasan tentang lokasi dan waktu pengumpulan data, peralatan dan bahan yang digunakan, objek penelitian, diagram alir.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang pembahasan hasil-hasil penelitian

Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang di dapat selama proses pembuatan, dan saran yang dapat digunakan untuk penelitian berikutnya.

Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisikan literatur yang digunakan selama proses penyusunan skripsi.

Lampiran

Lampiran berisikan data yang di dapat dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kapal Ikan

Kapal ikan adalah kapal atau perahu yang digunakan untuk penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengelolaan ikan di daerah perairan, laut, danau, sungai. Kapal ikan di Indonesia sendiri masih tergolong tradisional namun sudah ada beberapa yang modern. Kapal ikan terbagi atas berbagai jenis, kapal ikan *long line*, kapal ikan *purse seine*, kapal ikan cantrang, kapal ikan *gill net* [3].

Menurut Nomura & Yamazaki [4], secara garis besar mengelompokkan kapal ikan ke dalam empat jenis yaitu:

- a. Kapal penangkap ikan yang khusus digunakan dalam operasi penangkapan ikan atau mengumpulkan sumberdaya hayati perairan, antara lain kapal pukat udang, perahu pukat cincin, perahu jaring insang, perahu payang, perahu pancing tonda, kapal rawai, kapal huhate, dan sampan yang dipakai dalam mengumpul rumput laut, memancing dan lain lain.
- b. Kapal induk adalah kapal yang dipakai sebagai tempat mengumpulkan ikan hasil tangkapan kapal penangkap ikan dan mengolahnya. Kapal induk juga berfungsi sebagai kapal pengangkut ikan. Hal ini berkaitan dengan pertimbangan efisiensi dan permodalan.
- c. Kapal pengangkut ikan adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut hasil perikanan dari kapal induk atau kapal penangkap ikan dari daerah penangkapan ke pelabuhan yang dikategorikan kapal pengangkut.
- d. Kapal penelitian, pendidikan dan latihan adalah kapal ikan yang digunakan untuk keperluan penelitian, pendidikan dan latihan penangkapan, pada umumnya adalah kapal-kapal milik instansi atau dinas.

II.2 Sistem Pendingin

II.2.1 Pengertian Sistem Pendingin

Sistem pendingin adalah proses mendinginkan suatu medium sampai temperaturnya berada dibawah temperatur lingkungan. Karena fungsinya

mendinginkan sampai lebih dingin dari lingkungan, maka proses refrigerasi hanya dapat dilakukan dengan siklus Termodinamik. Siklus yang digunakan untuk melakukan refrigerasi ini disebut siklus refrigerasi. Siklus ini merupakan salah satu siklus termodinamik yang paling banyak penggunaannya, terutama pada daerah yang iklimnya tropis seperti di Indonesia. Beberapa aplikasi siklus refrigerasi ini adalah untuk pengkondisian udara (*air conditioning*, atau AC), pembekuan makanan (ikan, daging, dll) [5].

II.2.2 Bagian-bagian sistem pendingin

Perlu diketahui bahwa dalam sebuah sistem pendingin terdapat beberapa bagian-bagian penting mulai dari kompresor, kondensor, filter, evaporator, *heater*, fan motor, *protector*, dan masih banyak lagi yang lain. Berikut ini pemaparan satu per satu fungsi dari masing-masing bagian yang ada pada sebuah sistem pendingin.

1. Kompresor

Kompresor mengubah uap *refrigerant* dari tekanan rendah ke tekanan tinggi selama siklus kompresi. Pemompaan ini memompa panas dari ruangan di dalam ke luar ruangan [6].



Gambar 2.1 Kompresor [7]

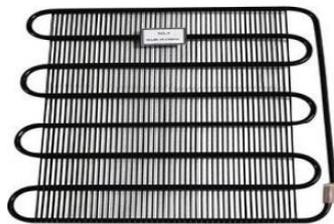
Adapun fungsi dari kompresor adalah:

1. Fungsi penghisap yaitu proses membuat cairan *refrigerant* dari evaporator dikondensasi dalam temperatur yang rendah ketika tekanan *refrigerant* dinaikkan
2. Fungsi penekanan yaitu proses membuat gas *refrigerant* dapat ditekan sehingga membuat temperatur dan tekanannya tinggi, dan disalurkan ke kondesor

3. Fungsi pemompaan yaitu proses yang dapat dioperasikan secara kontinyu dengan mensirkulasikan *refrigerant* berdasarkan hisapan dan kompresi

2. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengembunkan atau mengkondensasikan *refrigerant* bertekanan tinggi dari kompresor. Pemipaan yang menghubungkan antara kompresor dengan kondensor dikenal dengan saluran buang (*discharge line*). Dengan demikian, pada kondensor terjadi perubahan fasa uap ke cair ini selalu disertai dengan pembuangan kalor ke lingkungan. Pada kondensor berpendingin udara (*air cooled condensor*), pembuangan kalor dilakukan ke udara. Pada kondensor berpendingin air (*water cooled condensor*), pembuangan kalor dilakukan ke air.



Gambar 2.2 Kondensor [8]

3. Filter

Filter atau receiver drier merupakan bagian dalam sistem pendingin yang mempunyai fungsi membersihkan bahan pengering dan menyaring benda-benda asing termasuk uap air dari sirkulasi *refrigerant*. Selain itu filter juga berfungsi memisahkan gelembung gas dengan cairan *refrigerant*



Gambar 2.3 Filter [9]

4. Evaporator

Evaporator pada sistem pengkondisian udara digunakan untuk menyerap panas ke sistem dari medium yang didinginkan. Proses penyerapan panas ini

dapat dilakukan dengan menjaga suhu pipa evaporator lebih rendah dari pada suhu medium yang didinginkan [10].

Panas yang dipindahkan berupa:

1. Panas sensibel (perubahan temperatur)

Terjadi pada kompresor, ketika *refrigerant* di kompres dari kondisi uap jenuh ke kondisi uap panas lanjut.

2. Panas laten (perubahan wujud)

Perpindahan panas terjadi pada penguapan *refrigerant*. Untuk terjadinya perubahan wujud, diperlukan panas laten. Dalam hal ini perubahan wujud tersebut adalah dari cair menjadi uap atau menguap (evaporasi). *Refrigerant* akan menyerap panas dari ruang sekelilingnya. Adanya proses perpindahan panas pada evaporator dapat menyebabkan perubahan wujud dari cair menjadi uap.

Kapasitas evaporator adalah kemampuan evaporator untuk menyerap panas dalam periode waktu tertentu dan sangat ditentukan oleh perbedaan temperatur evaporator (*evaporator temperature difference*). Perbedaan temperatur evaporator adalah perbedaan antara temperatur jenis evaporator (*evaporator saturation temperature*) dengan temperatur substansi/benda yang didinginkan. Kemampuan memindahkan panas dan konstruksi evaporator (ketebalan, panjang dan sirip) akan sangat mempengaruhi kapasitas evaporator.



Gambar 2.4 Evaporator [11]

5. Katup Ekspansi

Katub ekspansi berfungsi untuk mengontrol aliran *refrigerant* dari sisi kondensor tekanan tinggi dari sistem ke dalam evaporator bertekanan rendah [12].

Jenis katub ekspansi ada beberapa, tetapi yang umum digunakan untuk Kulkas adalah jenis pipa kapiler. Pipa kapiler memiliki diameter yang lebih kecil dari pada pipa pada kondensor ataupun pada evaporator. Panjang dan lubang pipa kapiler dapat mengontrol jumlah bahan pendingin yang mengalir ke evaporator.

Fungsi Pipa kapiler ialah:

1. Menurunkan tekanan bahan pendingin cair yang mengalir di dalamnya
2. Mengatur jumlah bahan pendingin cair yang mengalir melaluinya
3. Membangkitkan tekanan bahan pendingin dikondensor.

Sistem yang memakai pipa kapiler berbeda dengan yang memakai keran ekspansi atau keran pelampung. Pipa kapiler tidak dapat menahan atau menghentikan aliran bahan pendingin pada waktu kompresor sedang bekerja maupun pada saat kompresor sedang berhenti waktu kompresor dihentikan, *refrigerant* yang melalui pipa kapiler akan mulai menguap. Selanjutnya berlangsung proses penguapan yang sesungguhnya di evaporator. Jika *refrigerant* mengandung uap air, maka uap air akan membeku dan menyumbat pipa kapiler. Agar kotoran tidak menyumbat pipa kapiler, maka pada saluran masuk pipa kapiler dipasang saringan yang disebut strainer. Ukuran diameter dan panjang pipa kapiler dibuat sedemikian rupa, sehingga *refrigerant* cair harus menguap pada akhir evaporator. Jumlah *refrigerant* yang berada dalam sistem juga menentukan sejauh mana *refrigerant* di dalam evaporator berhenti menguap, sehingga pengisian *refrigerant* harus cukup agar dapat menguap sampai ujung evaporator. Bila pengisian kurang, maka akan terjadi pembekuan pada sebagian evaporator. Bila pengisian berlebih, maka ada kemungkinan *refrigerant* cair akan masuk ke kompresor yang akan mengakibatkan rusaknya kompresor. Jadi sistem pipa kapiler mensyaratkan suatu pengisian jumlah *refrigerant* yang tepat.



Gambar 2.5 Pipa kapiler [13]

6. *Refrigerant*

Refrigerant adalah zat pembawa panas laten ketika zat menguap dari cairan menjadi gas, ini terjadi pada suhu dan tekanan rendah. *Refrigerant* mengeluarkan panas ketika mengembun dari gas ke cairan pada tekanan dan suhu tinggi [14]. *Refrigerant* yaitu bahan pendingin berupa fluida yang digunakan untuk menyerap kalor melalui perubahan fasa cair ke gas (menguap) dan membuang kalor melalui perubahan fasa gas ke cair (mengembun). *Refrigerant* yang baik harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak beracun, tidak berwarna, tidak berbau dalam semua keadaan.
2. Tidak dapat terbakar atau meledak sendiri, juga bila bercampur dengan udara, minyak pelumas dan sebagainya.
3. Tidak korosif terhadap logam yang banyak dipakai pada sistem refrigerasi dan air conditioning.
4. Dapat bercampur dengan minyak pelumas kompresor, tetapi tidak mempengaruhi atau merusak minyak pelumas tersebut.
5. Mempunyai struktur kimia yang stabil, tidak boleh terurai setiap kali di mampatkan, diembunkan dan diuapkan.
6. Mempunyai titik didih yang rendah. Harus lebih rendah daripada suhu evaporator yang direncanakan.
7. Mempunyai tekanan kondensasi yang rendah. Tekanan kondensasi yang tinggi memerlukan kompresor yang besar dan kuat, juga pipanya harus kuat dan kemungkinan bocor besar.
8. Mempunyai tekanan penguapan yang sedikit lebih tinggi dari 1 atmosfer. Apabila terjadi kebocoran, udara luar tidak dapat masuk ke dalam sistem.
9. Mempunyai kalor laten uap yang besar, agar jumlah kalor yang diambil oleh evaporator dari ruangan jadi besar.
10. Apabila terjadi kebocoran mudah diketahui dengan alat-alat yang sederhana.
11. Harganya murah

Refrigerant yang digunakan pertama kali adalah ether, dipakai oleh Perkins untuk mesin kompresi uap tangan. Kemudian dipakai etil khlorida (C_2H_5Cl) yang kemudian pula diganti dengan ammonia pada tahun 1875. Hampir pada waktu yang bersamaan dipakai belerang oksida (SO_2) pada tahun 1874, methil khlorida (CH_3Cl) pada tahun 1878, dan karbon dioksida (CO_2) pada 1881 juga ditemukan pernah dipakai sebagai *refrigerant*. Semenjak 1910-1930 -an, banyak *refrigerant* seperti N_2O_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_3H_8 , dipakai sebagai *refrigerant*. Hidrokarbon yang tidak mudah terbakar seperti dikloromethana (CH_2Cl_2), didikloroethilene ($C_2H_2Cl_2$) dan monobromoethana (CH_3Br) juga digunakan untuk mesin refrigerasi dengan pompa sentrifugal, dengan komposisi atom fluor, chlor, dan terkadang bromida, akan membentuk *refrigerant* dengan range titik didih yang lebar pada tekanan sekitar 1 atm (disebut sebagai normal boiling point = titik didih normal atau temperatur jenuh pada tekanan satu atmosfer), sehingga memenuhi berbagai kebutuhan temperatur kerja yang berbeda untuk berbagai mesin refrigerasi. Jumlah fluor menunjukkan ketidak beracunan dari *refrigerant*.

Tabel 2.1 Merk dagang *refrigerant*

Nama	Pabrik	Negara
Freon	E.I. du Pont de Nemours & Company	U.S.A
Genetron	Allied Chemical Corporation	U.S.A
Frigren	Hoechst AG	Jerman
Arcton	Imperial Chemical Industries Ltd	Inggris
Asahi Fron	Asahi Glass Co., Ltd.	Jepang
Forane	Pacific Chemical Industries Pty.	Australia
Daiflon	Osaka Kinzoku Kogyo Co., Ltd.	Jepang
Ucon	Union Carbide Chemicals Corporation	U.S.A
Isotron	Pennsylvania Salt Manufacturing Co.	U.S.A

Refrigerant dibuat oleh beberapa negara dari beberapa perusahaan dengan memakai nama dagang (merk) mereka masing-masing. Beberapa diantaranya yang telah beredar di Indonesia ditunjukkan oleh Tabel. *Refrigerant* disimpan

dalam tabung atau silender dan drum. Untuk mengetahui isinya, tabung-tabung tersebut diberi berbagai warna, keterangan pada tabung dan label. Warna tabung bahan pendingin dari Du Pont ditampilkan pada Tabel [15].

Tabel 2.2 Penamaan *Refrigerant*, KodeWarna Serta Rumus Kimianya

Nomor <i>Refrigerant</i>	Kode warna <i>cylinder</i>	Nama
R – 11	Orange	Tricloromonofluoromethane
R – 12	Putih	Diclorodifluoromethane
R – 22	Hijau	Monochlorodifluoromethane
R – 32	Merah Muda	Difluoromethane
R – 134a	Biru Muda	Tetrafluoroethane
R – 502	Ungumuda	Azeotropic mixture
R – 503	Aqua marine	Azeotropic mixture
R – 717	Perak	Ammonia

Untuk setiap mesin pendingin *refrigerant* yang digunakan berbeda-beda tergantung kapasitas/penggunaannya, jenis kompresor dan lain-lainnya.



Gambar 2.6 Tabung *refrigerant* [16]

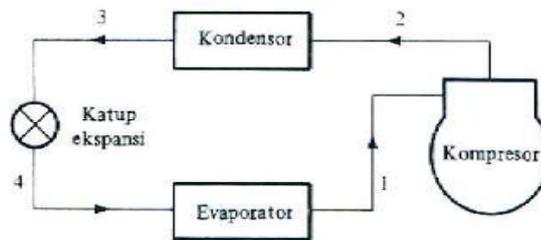
II.2.3 Cara kerja Sistem Pendingin

Cara kerja atau prinsip kerja sebuah sistem pendingin ini sebenarnya berdasarkan pada hukum termodinamika. Dalam hukum tersebut dikatakan bahwa energi panas selalu mengalir ke tempat yang lebih dingin. Namun pada sistem pendingin yang dilakukan adalah sebaliknya, yakni mengalirkan kalor ke udara yang punya suhu lebih hangat.

Sebuah sistem pendingin harus membalikkan arah normal aliran energi panas. Dan untuk melakukan hal tersebut diperlukan sebuah energi. Energi yang

digunakan oleh sistem pendingin adalah energi listrik. Kunci utama dari proses pendinginan sebenarnya terletak pada bahan pendingin yaitu gas *refrigerant*.

Sebenarnya *refrigerant* adalah sejenis zat freon yang memiliki titik didih rendah. Akibatnya *refrigerant* dapat dengan mudah memfasilitasi perubahan bentuk dari dari cair ke gas atau sebaliknya. Cairan *refrigerant* sendiri berperan penyerap energi panas yang ada dalam ruang sistem pendingin yang kemudian diubah menjadi gas.



Gambar 2.7 Sistem kerja mesin pendingin [17]

Proses yang terjadi dalam sebuah sistem pendingin ialah pertama-tama energi panas ditransfer ke dalam sistem pendingin dan menjadi cairan dingin karena melewati bagian mesin evaporator. Selanjutnya *refrigerant* menyerap energi panas agar menjadi lebih hangat sehingga berubah menjadi gas. Gas kemudian dialirkan melalui kompresor agar memiliki temperatur yang lebih tinggi.

Setelah itu *refrigerant* yang punya suhu lebih tinggi tersebut mengalir melalui kondensor. *Refrigerant* tersebut kehilangan energi panasnya dan berubah menjadi energi dingin kembali akibat kumparan pendingin yang ada pada kondensor. Dalam proses tersebut terjadi peristiwa kondensasi yakni gas berubah menjadi cairan.

Dan yang terakhir *refrigerant* masuk ke dalam tabung ekspansi yang punya ruang untuk menyebarkan cairan keluar dengan maksud agar suhu menjadi lebih rendah. Cairan dingin hasil dari proses *refrigerant* tadi kemudian mengalir kembali ke evaporator, dan membentuk siklus yang berulang-ulang [18].

Refrigerasi memanfaatkan sifat-sifat panas (thermal) dari *refrigerant* selagi bahan itu berubah keadaan dari bentuk cair menjadi gas dan sebaliknya dari gas menjadi cair. Proses yang berlangsung pada sistem refrigerasi, proses yang berlangsung dari unit mesin refrigerasi adalah sebagai berikut:

a. Penguapan

Penguapan adalah proses *refrigerant* cair yang berada dalam evaporator menguap pada suhu tetap. Meskipun telah menyerap panas dari produk atau ruangan yang didinginkan, penyerapan panas selama penguapan tersebut tidak disertai oleh kenaikan suhu

b. Pemampatan

Pemampatan adalah suatu proses *refrigerant* yang berupa uap dingin dari evaporator di hisap oleh kompresor dan kemudian di mampatkan sehingga suhu dan tekanannya berubah menjadi tinggi. Setelah di mampatkan kemudian *refrigerant* tersebut di tekan menuju kondensor

c. Pengembunan

Proses pengembunan pada dasarnya adalah mengenyahkan panas dari *refrigerant* yang bersuhu dan bertekanan tinggi di dalam kondensor dimana medium pengembunannya dapat berupa air atau udara sehingga panas *refrigerant* diserap oleh medium tersebut

d. Pemuaian

Pemuaian adalah suatu proses pengaturan bentuk *refrigerant* supaya memuai atau mengabut dengan tujuan untuk mempercepat terjadinya uap *refrigerant* dingin di evaporator. Cara kerjanya yaitu tekanan cairan *refrigerant* dijatuhkan pada katup ekspansi sehingga suhunya menjadi di bawah suhu ruangan yang direfrigerasi.

II.3 *Thermostat*

Termostat yang bahasa Inggrisnya ditulis menjadi *Thermostat* ini berasal dari istilah bahasa Yunani kuno yaitu *Thermo* yang artinya adalah Panas dan *Statos* yang memiliki arti sebagai status quo atau tetap sama. Jika kedua kata tersebut disatukan maka akan menjadi arti sebagai “menjaga panas tetap sama”. Jadi pada saat terlalu dingin, maka *Thermostat* akan menyalakan pemanasnya sehingga suhu menjadi tetap hangat. Perangkat pendeteksi suhu ini banyak digunakan di perangkat-perangkat listrik seperti Oven, Kulkas, *Air Conditioner*, pengendalian suhu mesin di mobil dan Setrika.

Thermostat adalah suatu perangkat yang dapat memutuskan dan menyambungkan arus listrik pada saat mendeteksi perubahan suhu di lingkungan sekitarnya sesuai dengan pengaturan suhu yang ditentukan [19]. Pada umumnya, *Thermostat* yang digunakan saat ini dapat kita bedakan menjadi dua jenis utama yaitu *Thermostat* Mekanikal dan *Thermostat* Elektronik. *Thermostat* Mekanikal pada dasarnya merupakan jenis sensor suhu kontak (*Contact Temperature Sensor*) yang menggunakan prinsip *Electro-Mechanical* sedangkan *Thermostat* Elektronik menggunakan komponen-komponen elektronika untuk mendeteksi perubahan suhunya.

1. *Thermostat* Mekanikal

Sebuah *Thermostat* mekanikal terdiri dari dua jenis logam yang berbeda dan ditempel bersama sehingga menjadi bentuk yang disebut dengan Bi-Metallic strip (atau Bi-Metal Strip). Dua Strip tersebut akan berfungsi menjadi jembatan untuk menghantarkan atau memutuskan arus listrik ke rangkaian sistem pemanas atau pendinginnya.

Pada saat Normal, Strip yang berfungsi sebagai jembatan tersebut akan selalu dalam kondisi terhubung dan mengaliri arus listrik, rangkaian yang terhubungnya akan dalam kondisi *On* juga. Ketika Strip tersebut menjadi panas, salah satu logam diantaranya akan mengembang dan merubah bentuk menjadi sedikit melekok dan akan semakin melekok seiring dengan semakin panasnya strip tersebut yang pada akhirnya akan memisahkan hubungan strip dengan rangkaiannya sehingga aliran listrik ke rangkaian sistem pemanas atau pendingin juga menjadi terputus atau menjadi kondisi *Off*. *Thermostat* kemudian berubah menjadi kondisi *Off* (*Switch Off*) atau terjadi pemutusan arus listrik ke sistem pemanas atau pendingin yang terhubung ke *Thermostat* tersebut.

Pada saat kondisi *Off*, tidak ada arus listrik yang mengalir melewati strip Bimetal tersebut. Secara bertahap Strip Bimetal tersebut akan kembali menjadi dingin. Logam yang melekok tadi akan mulai berubah bentuk menjadi bentuk semula sehingga terhubung kembali dan arus listrik mulai mengalir melewati strip bimetal lagi. Kondisi *Thermostat* menjadi

On kembali dan rangkaian sistem pemanas ataupun pendingin menjadi *On* lagi.

2. *Thermostat* Elektronik

Selain *Thermostat* Strip Bimetal yang menggunakan prinsip elektromekanikal, terdapat pula *Thermostat* yang menggunakan komponen-komponen elektronika untuk mendeteksi perubahan suhu dan sistem pemutusan dan penyambungan aliran listriknya juga menggunakan sistem elektronika, *Thermostat* tersebut adalah *Thermostat* Elektronik.

Prinsip kerja *Thermostat* elektronik ini pada dasarnya berbentuk rangkaian elektronika yang terdiri dari berbagai komponen-komponen elektronika. Komponen utama untuk mendeteksi perubahan suhu adalah *Thermistor* yaitu resistor yang nilai hambatannya dapat dipengaruhi oleh suhu (*Temperature*) sekitarnya.

Pada saat *Thermistor* mendeteksi adanya suhu tinggi, resistansi atau hambatan *Thermistor* juga akan berubah sehingga rangkaian elektronikanya akan memutuskan hubungan listrik ke sistem pemanas ataupun pendingin yang terhubung tersebut. Pada saat *Thermistor* menjadi dingin kembali, resistansi pada *thermistor* tersebut juga akan berubah menjadi normal kembali sehingga rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai pengendali tersebut akan kembali menyambung aliran arus listrik ke sistem pemanas dan pendingin sehingga menjadi *On* kembali.

Kelebihan dari *Thermostat* Digital atau Elektronik ini adalah lebih hemat energi dan mencegah pemborosan pada penggunaan listrik. *Thermostat* jenis ini dapat diprogram sehingga kita dapat melakukan pengaturan suhu sesuai dengan periode yang kita inginkan.

II.4 Sistem Kontrol Otomatis

II.4.1 Pengertian Sistem Kontrol Otomatis

Sistem merupakan kolaborasi beberapa peralatan yang bekerja secara berbarengan dengan tujuan yang sama. Dalam suatu sistem terdapat gangguan yang akan mempengaruhi sistem tersebut biasanya kita namakan dengan error

sistem. Gangguan tersebut cenderung merusak sinyal yang dihasilkan dari peralatan sistem yang ada. Sehingga untuk memperbaiki error tersebut dipasang sistem umpan balik untuk melihat perbedaan hasil keluaran dengan masukan acuan yang diinginkan. Sehingga dari penjelasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem kontrol otomatis adalah sistem kontrol dengan menggunakan peralatan umpan balik untuk membandingkan dengan masukan acuan, dengan perubahan konstanta tersebut seiring berjalannya waktu sistem akan bisa stabil sesuai dengan masukan acuan yang diinginkan. Sistem kontrol harus direkayasa untuk mendapatkan kondisi sistem yang stabil, dan jika masih ada gangguan yang mempengaruhi sistem tersebut sistem tidak terpengaruh dan hanya terjadi lonjakan sesaat tetapi sistem tidak akan berosilasi dengan amplitudo yang besar. Dari cara pengambilan datanya, sistem kontrol dapat dibagi menjadi 2 (dua), yaitu: [20].

II.4.1.1 Sistem Kontrol Analog

Sistem kontrol ini biasanya masih menggunakan peralatan manual, bisa kita lihat dari sinyal masukan dalam sistem kontrol tersebut masih berupa sinyal *kontinyu* (berubah seiring dengan perubahan waktu sehingga keluaran yang dihasilkan dari sistem kontrol tersebut masih berupa sinyal kontinyu (analog)).

II.4.1.2 Sistem Kontrol Digital

Selain sistem kontrol kontinyu, terdapat sistem kontrol yang tidak terus menerus (diskrit). Sistem kontrol ini biasanya menggunakan peralatan elektronika sebagai sistem kontrol. Karena keterbatasan waktu cuplik elektronika tersebut, maka kebutuhan pencuplikan data akan disesuaikan dengan sistem yang ada. Sistem kontrol diskrit biasa kita kenal dengan sistem kontrol *on-off*. Dimana kondisi sistem akan aktif dan mati sesuai dengan seting kondisi dari sensor yang dipasang.

II.4.2 Pengertian Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai

bidang. *Hardware* dalam arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri.

II.4.2.1 *Hardware*

Hardware dalam arduino memiliki beberapa jenis, yang mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis arduino disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi dari jenis prosesor yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis kontroler yang digunakan. Yang membedakan antara arduino yang satu dengan yang lainnya adalah penambahan fungsi dalam setiap *boardnya* dan jenis mikrokontroler yang digunakan.

Menurut Abdul Kadir [21], Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer).

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno [22]

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
<i>Memori Flash</i>	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Hardware arduino uno memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. 14 pin IO Digital (pin 0–13)

Sejumlah pin *digital* dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.

2. 6 pin Input Analog (pin 0–5)

Sejumlah pin *analog* bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai *analog* dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.

3. 6 pin Output Analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11)

Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin *digital* tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output analog* dengan cara membuat programnya pada IDE.

Arduino dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.

Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB *port* pada komputer dengan menggunakan USB *charger* atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC *adapter* dengan tegangan 9 *volt*. Jika tidak terdapat *power supply* yang melalui AC *adapter*, maka papan Arduino akan mengambil daya dari USB *port*. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC *adapter* secara bersamaan dengan USB *port* maka papan *Arduino* akan mengambil daya melalui AC *adapter* secara otomatis.

II.4.2.2 *Software*

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment (IDE)*, suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketsa* program untuk papan *Arduino*. IDE *arduino* merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. IDE *arduino* terdiri dari:

1. Editor Program

Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

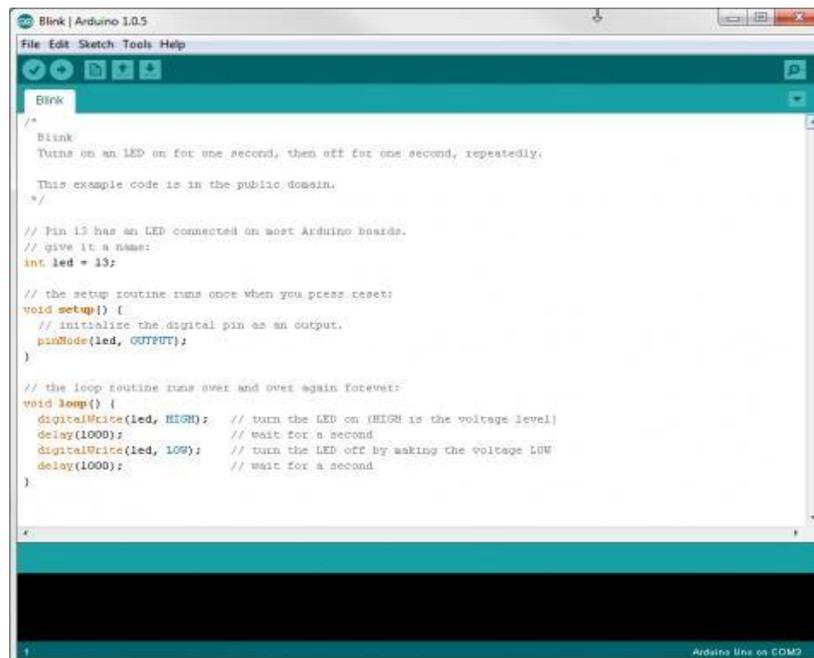
2. Compiler

Berfungsi untuk kompilasi *sketch* tanpa unggah ke *board* bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode *sintaks sketch*. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode *biner* bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.

3. Uploader

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi *sketch* ke *board* target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* belum terpasang atau alamat *port* COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode *biner* dari komputer kedalam *memory* di dalam papan *arduino*.

II.4.2.3 Program Arduino Ide

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink | Arduino 1.0.5". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". The toolbar contains icons for opening files, saving, running, and other IDE functions. The main text area displays the following code:

```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// Give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}
```

The status bar at the bottom right indicates "Arduino Uno on COM2".

Gambar 2.8 Tampilan program *arduino uno*

Kode Program *Arduino* biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di *Arduino* IDE bisa langsung *dcompile* dan *diupload* ke *Arduino Board*.

Secara sederhana, *sketch* dalam *Arduino* dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat Gambar 2.8):

1. Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian *variable*. *Code* dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu *compile*. Di bawah ini contoh *code* untuk mendeklarasikan *variable led* (integer) dan sekaligus di isi dengan angka 13 `int led = 13;`

2. Setup

Di sinilah awal program *Arduino* berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika *power on Arduino board*. Biasanya di blok ini di isi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan perintah *pinMode*. Inisialisasi *variable* juga bisa dilakukan di blok ini.

```
// the setup routine runs once when you press reset:  
void setup () { // initialize the digital pin as an output.  
  pinMode (led, OUTPUT); }
```

OUTPUT adalah suatu makro yang sudah didefinisikan *Arduino* yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode (led, 1);`

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai *output*, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai *INPUT*, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

3. Loop

```
void loop () {  
  digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED  
  delay(1000); // tunggu 1000 milidetik  
  digitalWrite(led, LOW); // matikan LED  
  delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang

eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power Arduino* di matikan. Di sinilah fungsi utama program *Arduino* kita berada.

Perintah *digitalWrite(pinNumber,nilai)* akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di *pinNumber* tergantung nilainya. Jadi perintah di atas *digitalWrite(led,HIGH)* akan membuat pin nomor 13 (karena di header dideklarasikan led = 13) memiliki tegangan = 5V (*HIGH*). Hanya ada dua kemungkinan nilai *digitalWrite* yaitu *HIGH* atau *LOW* yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program diatas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli *Arduino*, pasangkan ke komputer dan *board arduino*, dan *upload* programnya. Lampu LED yg ada di *Arduino board* akan kelap-kelip. Sebuah LED telah disediakan di *board Arduino Uno* dan disambungkan ke pin 13.

Selain blok *setup()* dan *loop()* di atas kita bisa mendefinisikan sendiri blok fungsi sesuai kebutuhan. Kita akan jumpai nanti pada saat pembahasan proyek [23].

II.4.3 Sensor Suhu

Sensor Suhu atau *Temperature Sensors* adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada objek tertentu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu objek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan-perubahan suhu tersebut dalam bentuk output Analog maupun Digital. Sensor Suhu juga merupakan dari keluarga Transduser. Contoh peralatan-peralatan yang menggunakan Sensor Suhu diantaranya seperti *Thermometer Suhu Ruangan, Rice Cooker, Kulkas, Air Conditioner*.

II.4.4 Relai

Relai adalah komponen elektronika yang dapat berfungsi untuk melakukan logika *switching*. Relai adalah saklar yang dioperasikan secara elektromagnetik melalui sinyal elektrik. Jenis *relai* berdasar *Contact Point* yaitu *Normally Close*

(NC) dan *Normally Open* (NO). Relai secara logika dikontrol melalui Arduino untuk melakukan pensaklaran sesuai kondisi yang dikehendaki pada program.



Gambar 2.9 Relai

II.4.5 LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *sevensegment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya *vertikal* depan dan polarizer cahaya *horisontal* belakang yang diikuti dengan lapisan *reflector* [24].



Gambar 2.10 LCD (*Liquid Cristal Display*)

II.5 Dimmer

Rangkaian dimmer adalah rangkaian yang dapat mengatur fasa penyalan tegangan AC yang melintasi beban dengan menggunakan komponen TRIAC dan DIAC [25]. TRIAC pada rangkaian dimmer berfungsi untuk mengatur masukan tegangan AC, sedangkan DIAC berfungsi untuk mengatur bias TRIAC yang digunakan untuk menentukan titik on dan off. Pada dasarnya sinyal AC Phase maju dari pada sinyal AC inputan yang menyebabkan penurunan daya (*Watt*). Dimmer berfungsi untuk mengurangi arus lonjakan pada saat listrik mengalir.