

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekarang ini teknologi elektronika dapat diterapkan pada setiap bidang dalam kehidupan manusia, Salah satu contohnya adalah dalam bidang peternakan. Pada bidang peternakan terutama peternakan unggas, penetasan telur merupakan proses yang sangat penting. Penetasan pada prinsipnya adalah menyediakan lingkungan yang sesuai supaya telur unggas bisa menetas.

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa suhu yang diperlukan untuk proses penetasan telur ini tidak dalam nilai yang tetap (Widwijanto, 2014), yaitu ada pengaturan suhu sesuai dengan usia dan jenis telur. Disebutkan bahwa suhu dalam ruang penetas telur harus dipertahankan sekitar $38,3^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $38,9^{\circ}$ pada minggu pertama dan sekitar $38,9^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $39,4^{\circ}\text{C}$ pada minggu kedua dan ketiga (Susanto, 2013). Untuk dapat memastikan kondisi suhu ruang penetas telur yang diinginkan maka diperlukan suatu sistem pengatur suhu yang dapat mengendalikan suhu secara terus-menerus. Sistem pengendali suhu ini dapat diimplementasikan dengan menempatkan sensor suhu dan elemen pemanas di dalam ruang penetas telur yang kemudian dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler.

Untuk suhu pengeraman antara 36 sampai 42 derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) dengan kelembaban ruang pada kisaran 55-60% (Kurniawan, 2012). Sedangkan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banten menyatakan temperatur pengeraman terjadi pada rentang 38°C sampai dengan $39,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara sekitar 60-70% (Haryani, 2013). Adapun Suprpto dkk. Menyatakan dalam penelitiannya bahwa embrio akan berkembang bila suhu udara di sekitar telur minimal $21,11^{\circ}\text{C}$ dan suhu terbaiknya adalah berkisar diantara 38°C - 40°C (Suprpto dkk., 2010).

Mikrokontroler ini bertugas memproses sinyal dari sensor dan juga mengatur keadaan suhu dalam ruangan dengan cara mengaktifkan pemanas selama suhu di dalam ruang penetas telur belum mencapai suhu yang diinginkan dan akan menonaktifkan pemanas ketika suhu di dalam ruang tersebut telah

tercapai sehingga diharapkan adanya suhu yang konstan agar telur dapat menetas dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Merancang dan membuat alat penetas telur bebek (*anatidae*) otomatis.
2. Menentukan alat dan bahan yang ingin digunakan.
3. Menggunakan Mikrokontroler Arduino R3 sebagai Pengaturan suhu.
4. Kapasitas telur yang ditetaskan 100 butir/ siklus.

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah diatas, penelitian difokuskan pada :

1. Sumber panas menggunakan lampu pijar daya 20 watt
2. Ukuran geometris oven Panjang 59 cm x Lebar 29 cm x Tinggi 31 cm.
3. Suhu pengovenan adalah 38°C
4. Kelembapan penetasan adalah 60 -75%.
5. Data yang di *input* oleh mikrokontroler berupa suhu, kelembapan
6. Tidak membahas jika terjadi mati lampu.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Membantu produktifitas peternak bebek untuk mengembangkan usahanya.
2. Memberikan kontribusi nyata perguruan tinggi kepada peternak unggas untuk meningkatkan produktifitasnya
3. Menerapkan pengetahuan yang diperoleh terutama bidang studi termodinamika dan mekatronika.
4. Membuka kajian yang lebih luas untuk dikembangkan bagi peneliti lainnya

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan skripsi meliputi hal-hal sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Menguraikan tentang tinjauan pustaka, pengertian oven penetas telur, perencanaan oven penetas telur bebek, syarat-syarat penetasan telur, teori perhitungan volume, luas, perpindahan panas, daya listrik, dan teori mikrokontroler Arduino.

Bab III Metodologi Penelitian

Menguraikan tentang diagram alir penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan langkah penelitian meliputi tahap prancangan, dan tahap pembuatan.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan

Menguraikan tentang hasil pembuatan oven penetas telur bebek, perhitungan volume dan luas oven, perhitungan kalor pada oven penetas, perhitungan daya listrik, pembuatan progam dan pengisian progam.

Bab V Kesimpulan Dan Saran

Menguraikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil perencanaan Oven Penetas Telur Bebek tersebut.

Daftar Pustaka

Lampiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Oven Penetas Telur

Oven Penetas Telur adalah sebuah alat yang membantu proses penetasan telur. Cara kerja alat ini melalui proses pengeraman tanpa induk dengan menggunakan sebuah lampu pijar berdaya 5 watt sebanyak 4 buah. Alat ini menggunakan *handle* yang berfungsi sebagai pemutar rak telur untuk meratakan proses pemanasan telur agar bisa menetas secara maksimal. Alat ini hanya dapat digunakan untuk menetas telur unggas seperti telur ayam, bebek, dll. Dilengkapi dengan alat pengatur suhu yang disebut dengan thermostat digital. Upaya bangsa unggas dalam mempertahankan populasinya yaitu dengan bertelur. Telur tersebut kemudian ditetaskan, baik secara alami maupun buatan hingga melahirkan *individu* baru. (Farry B. Paimin, 2011:5) Keberhasilan penetasan telur dengan alat penetas telur akan tercapai bila memperhatikan beberapa perlakuan sebagai berikut:

- a) Telur ditempatkan dalam alat penetas telur dengan posisi yang tepat.
- b) Panas (suhu) dalam ruangan alat penetas telur selalu dipertahankan sesuai dengan kebutuhan.
- c) Rak telur diputar minimal 3 kali sehari selama proses penetasan.
- d) Kelembapan udara di dalam alat penetas telur selalu dikontrol agar sesuai untuk perkembangan embrio di dalam telur.

2.2 Perencanaan Oven Penetas Telur Bebek

2.2.1 Persiapan Oven Penetas Telur Bebek

Selain pemilihan telur yang tepat, melakukan persiapan mesin tetas bebek yang benar juga hal yang terpenting dalam penetasan telur bebek. Berikut langkah-langkah persiapan mesin tetas sebelum digunakan untuk penetasan:

- a) Lakukan *fumigasi* (suata cara pengendalian hama dengan pestisida) pada mesin tetas satu hari sebelum mesin digunakan meskipun mesin tersebut baru. Masukkan wadah kedalam mesin tetas. Lakukan dengan menggunakan formalin KMNO₄. Tuang KMNO₄ pada wadah setelah.

itu campur dengan formalin (ukuran untuk formalin 2 kali lipat dari KMNO₄). Kemudian tutup oven tetas dan lubang *ventilasi*. Lakukan *fumigasi* selama 30 menit atau 1 jam. Jangan memasukkan telur dulu.

- b) Hubungkan mesin tetas dengan sumber daya listrik kemudian tunggu hingga suhu mencapai kestabilan pada 37°-38°C. Lakukan pemanasan mesin tetas minimal 3 jam sebelum telur dimasukkan ke dalam mesin tetas.
- c) Cek dengan cermat cara kerja thermostat, lampu dan yang lainnya.
- d) Sebaiknya menyediakan cadangan bola lampu atau lampu templok (minyak tanah).
- e) Hubungkan mesin dengan sumber daya listrik, perhatikan apakah lampu telah menyala dengan normal, jika lampu tidak menyala diganti.
- f) Bak air di isi $\frac{3}{4}$ bagian dengan air bersih.
- g) Mesin di setel suhunya dan kelembaban, dengan mengatur thermostatnya. Caranya tekan tombol ▼ selama beberapa lama, sampai muncul angka berkedip lalu tekan tombol panah ▼ beberapa kali sampai menunjukkan angka suhu yang batas atas yang di inginkan. Tekan tombol ▲ selama beberapa lama, sampai muncul angka berkedip, lalu tekan tombol ▲ beberapa kali sampai menunjukkan angka suhu batas bawah yang di inginkan. Perhatikan jarak suhu ketika mati dan hidup atau *fluktuasi* nya maksimal 4 F (Amati pula perbedaan suhu pada siang dan malam). Suhu sekitar 105⁰F untuk 30 menit dapat mematikan embrio didalam telur sedangkan suhu penetas pada 90⁰F untuk 3 sampai 4 jam akan memperlambat perkembangan embrio didalam telur. Kelembabannya 55-60 % jika kurang dari itu tambahkan *spons* basah di bak air, atau di tepi dalam mesin untuk di *sprey* dengan air hangat. (Kelembaban yang dibutuhkan berbeda setiap spesiesnya).
- h) Menstabilkan kondisinya ± 3 jam (usahakan ditempatkan pada ruangan yang tertutup namun cukup ventilasi).
- i) Telur ditata pada rak dengan bagian tumpul diatas.
- j) Suhu dan kelembapan dikontrol kembali hingga stabil.

2.2.2 Perlakuan Telur Bebek Selama Didalam Mesin Tetas

- a) Masa *inkubasi* yang dibutuhkan telur bebek untuk menetas yaitu sekitar **25-28 hari**. Dan selama didalam oven penetas telur bebek, pastikan suhu dalam kondisi dan keadaan yang setabil, dengan pengaturan jika telur berumur 1 – 24 hari maka suhu yang tepat adalah 38°C (99°F – 101°F) sedangkan jika umur telur 25-28 sebaiknya suhu diturunkan menjadi 38°C atau 1 s/d 2°F.
- b) Bukan hanya suhu saja yang harus diperhatikan ketika akan menetas telur bebek dengan mesin, akan tetapi untuk mendapatkan hasil yang maksimal tingkat kelembaban yang tepat juga harus ikut diperhatikan. Tingkat kelembaban telur bebek dalam mesin tetas dari hari ke-1 hingga hari ke-25 yaitu antara 55% – 65%. Setelah hari ke-25 sebaiknya kelembaban dinaikan menjadi 75%. Pada mesin tetas telur bebek sederhana, cara mengatur kelembaban bisa dilakukan dengan cara menaruh bak atau baki yang terisi air di bawah rak telur dan untuk menambahkan kelembaban bisa dilakukan dengan cara menyemprot telur dengan air secukupnya setelah itu diangin - anginkan. Bisa melakukannya 2-3 kali sehari pada saat pembalikan telur. Untuk melihat tingkat kelembabannya bisa menggunakan alat yang bernama “*hygrometer*”.
- c) Periksa perkembangan telur dengan cara “*candling*” yaitu suatu cara meneropong telur menggunakan cahaya lampu atau alat teropong telur.
 - a. Pemeriksaan Ke-1 : Pada hari ke 4
 - b. Pemeriksaan Ke-2 : Pada hari ke 10
 - c. Pemeriksaan Ke-3 : Pada hari ke 20
 - d. Jika mengetahui telur yang kosong atau mati, harus segera di singkirkan.
- d) Jaga posisi telur dan pembalikannya secara teratur. Disarankan melakukannya pada jam yang sama dan jangan terlalu lama membuka Oven Penetas sebab suhu didalamnya akan turun dan berefek kegagalan.

2.2.3 Cara Kerja Oven Penetas Telur Bebek

Pada saat *stok* kontak dalam keadaan *on* (terhubung dengan arus listrik), sumber panas akan merubah energi listrik menjadi energi cahaya, perpindahan panas yang terjadi didalam oven adalah perpindahan panas secara radiasi. Dimana panas yang dihasilkan oleh lampu pijar akan menghantarkan panas di dalam ruangan oven.

Suhu panas didalam oven diukur menggunakan sensor suhu *Thermostat* dan terbacanya nilai output dari *Thermostat* tersebut bisa diketahui dengan menggunakan *thermometer*. Sensor suhu *thermostat* akan mengukur suhu di ruangan oven sesuai dengan suhu tinggi stabil yang diatur menggunakan *thermostat*. Setelah suhu didalam oven mencapai suhu tinggi yang dimaksud, maka kontak *Relay NC* yang menghubungkan sumber listrik *power supply* oven akan terbuka dan memutuskan sumber listrik. Sehingga oven dalam kondisi mati hinga mencapai suhu turun yang ditentukan, Setelah mencapai suhu turun tertentu, maka kontak relay NC akan terhubung kembali dan mencapai lagi suhu tinggi suhu batas atas yang sudah di tentukan. Begitu seterusnya hingga suhu didalam oven akan tetap stabil dan mencapai satuan waktu setingan tertentu dan menjaga agar tidak mengalami pemborosan listrik.

2.3 Syarat-Syarat Penetasan Telur

2.3.1 Suhu, Perkembangan Embrio dan Kelembaban

Embrio dalam telur unggas akan cepat berkembang selama suhu telur berada pada kondisi yang sesuai dan akan berhenti berkembang jika suhunya kurang dari yang dibutuhkan. Suhu yang dibutuhkan untuk penetasan telur setiap unggas berbeda-beda. Berikut adalah nilai suhu dan kelembaban.

Table 2.1 Suhu dan kelembaban Unggas

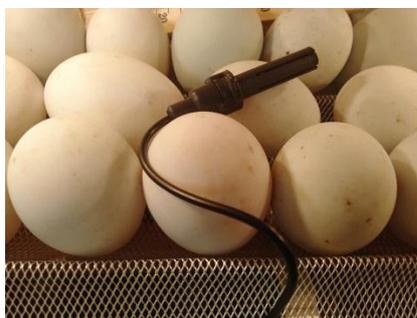
No	Unggas	Total (Hari)	Masa Penetasan		Bobot Telur (g)
			Suhu °C	R.H. %	
1	Ayam	21	38	55 - 75	50 – 60
2	Merak	28	37,8	60 – 75	100 – 120

3	Kalkun	28	37,7	60 – 75	75 – 80
4	Itik	28	37,8	60 – 75	80 – 100
5	Entok	30	37,6	65 – 80	100 – 120
6	Merpati	18	38,5	55 – 70	30 – 40
7	Puyuh	18	38,5	55 – 60	30 – 40
8	Pheasant	24	38,2	55 – 70	30 – 40
9	Ayam Buras	21	37,9	55 – 70	45 – 55
10	Walet	14	37,5	55 – 60	20 – 30

Suhu untuk perkembangan embrio dalam telur bebek ketika berumur 1 – 24 hari adalah 38°C sedangkan ketika memasuki usia 25 – 28 adalah 34°C. Untuk itu sebelum telur penetas dimasukan ke dalam rak penetasan suhu ruang tersebut harus sesuai dengan yang dibutuhkan. (Farry B. Paimin, 2011:15)

Dalam perancangan ini, digunakan thermometer *hygrometer* untuk mendeteksi suhu dan kelembapan yang ada di dalam oven penetas telur. Selama penetasan berlangsung, diperlukan kelembapan udara yang sesuai dengan perkembangan dan pertumbuhan *embrio*, seperti suhu dan kelembapan yang umum untuk penetasan telur setiap jenis unggas juga berbeda-beda.

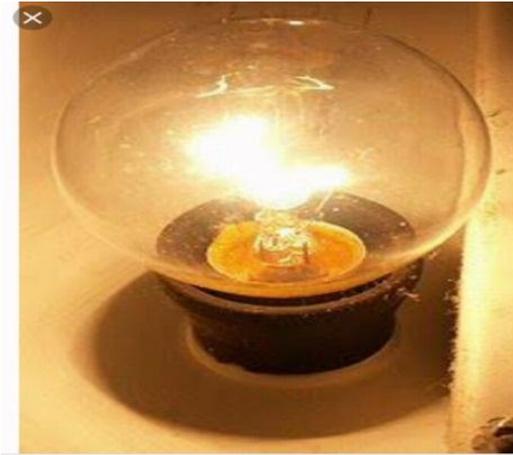
Bahkan, kelembapan pada awal penetasan berbeda dengan hari-hari selanjutnya. Tingkat kelembapan yang di butuhkan mesin untuk menetas telur bebek pada hari 1-24 sekitar 55-65% sedangkan di hari ke 25-28 kelembapan di naikan menjadi 76%.



Gambar 2.1 Sensor Suhu dan Kelembapan

2.3.2 Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber panas buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.



Gambar 2.2 Lampu Pijar

2.3.3 Rak Telur

Rak telur berfungsi sebagai tempat telur yang akan diletakkan, rak telur diisi sesuai dengan kapasitasnya.



Gambar 2.3 Rak Telur

2.3.4 Ventilasi

Dalam perkembangan normal, embrio membutuhkan oksigen (O_2) dan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) melalui pori-pori kerabang telur. Untuk itu, dalam pembuatan alat penetas telur atau oven penetas harus diperhatikan cukup tidaknya oksigen yang ada dalam ruangan, karena jika tidak ada oksigen yang

cukup dalam ruangan maka di khawatirkan embiro tidak akan berkembang. Durasi pembukaan lubang *ventilasi* ada 4 periode, pada hari ke 1-3 tidak boleh di buka, kemudian pada hari ke 4 *katup ventilasi* di buka $\frac{1}{4}$ bagian, pada hari ke 5 *katup* di buka $\frac{1}{2}$ bagian, pada hari ke 6 di buka $\frac{3}{4}$ bagian, dan kemudian pada hari ke 7 hingga menetas *katup ventilasi* di buka penuh.



Gambar 2.4 Ventilasi

2.3.5 Thermostat

Termostat atau kontrol suhu adalah proses di mana perubahan suhu ruang dapat diukur atau terdeteksi, dan bagian dari energi panas yang ke dalam atau keluar dari ruang disesuaikan untuk mencapai suhu rata-rata yang diinginkan. Seperti kita ketahui banyak manfaat yang dapat diperoleh dari dengan menggunakan kontrol suhu, diantaranya adalah penghematan energi, menjaga kondisi makanan agar tetap segar, dan masih banyak lagi.

Dalam melakukan fungsinya temperatur kontroller mengontrol suhu proses tanpa keterlibatan operator yang luas, sistem kontrol atau *control system temperature* bergantung pada kontroller, yang menerima sensor suhu seperti termokopel atau RTD sebagai masukan. Ini membandingkan suhu sebenarnya untuk kontrol suhu yang diinginkan, atau *setpoint*, dan menyediakan *output* untuk mengontrol elemen. Kontroller merupakan salah satu bagian dari sistem kontrol keseluruhan, dan seluruh sistem harus dianalisis dalam memilih kontroler yang tepat. Ada beberapa item yang harus dipertimbangkan dalam memilih *temperature control*.



Gambar 2.5 Termostat

2.3.6 Hygrometer

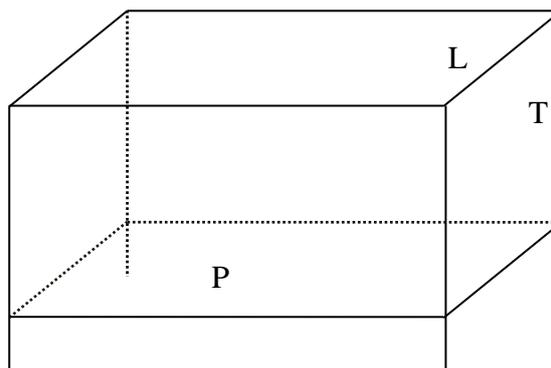
Berfungsi untuk mengukur kelembaban pada sebuah ruangan. Pada dasarnya hygrometer ini sama dengan hygrometer yang lain hanya saja skalanya yang berbeda.



Gambar 2.6 Termometer dan hygrometer

2.4 Teori Perhitungan Volume dan Luas Ruang Oven

2.4.1 Teori Perhitungan Volume Ruang Oven



Gambar 2.7 Volume Ruang Oven

Volume ruang oven dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$\text{Volume} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \quad (\text{pers 2.1})$$

Misalkan sebuah balok dengan $P = 0,15\text{m}$, $L = 0,05\text{m}$, dan $T = 0,07\text{m}$. Tentukan volume ruang balok tersebut ?

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ &= 0,15\text{m} \times 0,05\text{m} \times 0,07\text{m} \\ &= 0,000525 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2.4.2 Teori Perhitungan Luas Oven

Dan luas permukaan dinding Oven dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$\text{Luas} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \quad (\text{per 2.2})$$

2.5 Teori Perpindahan Panas

2.5.1 Laju Kalor

Laju perpindahan panas secara radiasi yang terjadi pada oven penetas telur dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$P_r = e\sigma AT^4 \quad (\text{per 2.3})$$

Keterangan : P_r = Daya yang di radiasikan (joule)

e = Emisivitas suatu benda

σ = Konstanta konstanta stefan boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$)

A = Luas suatu benda yang memancarkan radiasi (m^2)

T = Suhu mutlak (K)

Berikut adalah nilai emisivitas berbagai bahan/material

Tabel 2.2 Nilai emisivitas

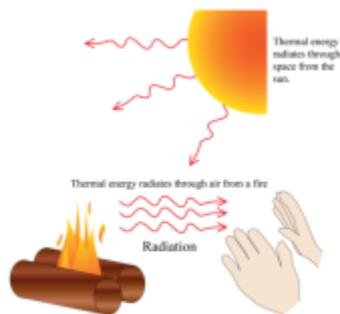
No	Material	Emisivitas
1	Alumunium foil	0,07
2	Anodized alumunium	0,82
3	Polished copper	0,03

4	Polished Gold	0,03
5	Polished silver	0,02
6	Polished	0,17
7	Black paint	0,98
8	White Paint	0,90
9	White Paper	0,92 – 0,97
10	Asphait pavement	0,85 – 0,93
11	Red Brick	0,93 – 0,96
12	Human Skin	0,95
13	Wood	0,82 – 0,92
14	Soil	0,93 – 0,96
15	Water	0,96
16	Vegetation	0,92 – 0,96

Misalkan sebuah bola tembaga memiliki luas 20 cm^2 selanjutnya di panaskan sampai berpijar pada suhu 127°C , apabila emisivitas bahan adalah 0,4 dan tetapan Stefan adalah $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$, maka hitunglah energi radiasi yang dipancarkan oleh bola tersebut setiap sekonya ?

$$\begin{aligned}
 P &= e \sigma A T^4 \\
 &= (0,4) \cdot (5,67 \times 10^{-8}) \cdot (2 \times 10^{-3}) \cdot (400)^4 \\
 &= 1,61123 \text{ W} = 1,2 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

2.5.2 Tahanan Thermal



Gambar 2.8 Radiasi Thermal

Radiasi termal adalah bagian dari spektrum elektromagnetik dalam *range* panjang gelombang terbatas dari 0,1 sampai 10 μ m dan diemisikan pada semua permukaan. Radiasi terjadi pada permukaan yang diserap dan kemudian perpindahan panas radiasi terjadi antara permukaan-permukaan pada temperatur yang berbeda. *Tidak ada medium* yang dibutuhkan untuk perpindahan panas radiasi akan tetapi permukaan seharusnya dalam kontak visual untuk perpindahan panas langsung. Diantara contoh perpindahan panas secara radiasi adalah kita menghangatkan badan kita di dekat api unggun. Selain itu pancaran sinar matahari yang sampai ke bumi sehingga temperatur yang ideal bisa dirasakan oleh para penduduk bumi juga merupakan contoh perpindahan panas radiasi. Persamaan laju-nya ditentukan oleh **hukum Stefan-Boltzmann** yang mana merupakan istilah dimana panas yang diradiasikan sebanding dengan pangkat empat temperatur absolute dari permukaan dan laju perpindahan panas antara permukaan yang diberikan pada persamaan di bawah.

$$Q = F\sigma A (T_1^4 - T_2^4) \quad (\text{per.2.4})$$

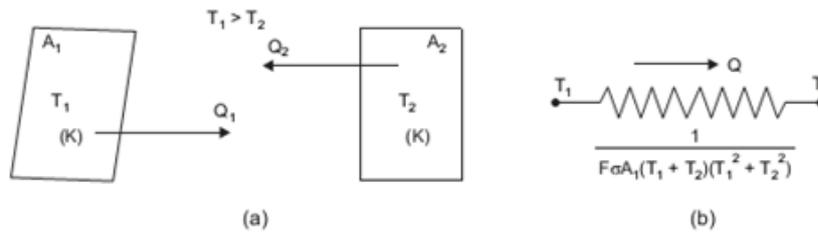
Dimana:

- F : Factor yang bergantung pada geometri dan sifat permukaan.
- σ : Konstanta Stefan Boltzmann $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{k}^4$ (satuan S-1)
- A : Luas permukaan , m^2
- T_1, T_2 : K (ingat! hanya satuan temperatur *absolute* yang digunakan)

Persamaan ini dapat juga ditulis sebagai:

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{1}{F\sigma A(T_1 - T_2)}} \quad (\text{pers.2.5})$$

Dimana bagian penyebut mengacu pada tahanan radiasi.



Gambar 2.9 Electrical analogy-radiation heat transfer

Misalkan sebuah permukaan pada $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan memiliki luas 2 m^2 . Permukaan tersebut bertukar kalor dengan permukaan yang lainnya B pada $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan radiasi. Nilai faktor karena lokasi geometri dan emisifitas adalah $0,46$. Tentukan pertukaran kalor dan juga cari nilai dari tahanan termal dan koefisien konveksi yang ekuivalen?

Penyelesaian:

Mengacu persamaan 2.4 dan 2.5 dan gambar 2.9

$$T_1 = 200\text{ }^{\circ}\text{C} = 200 + 273 = 473\text{ K}$$

$$T_2 = 30\text{ }^{\circ}\text{C} = 30 + 273 = 303\text{ K}$$

Konversi satuan temperatur ini sangat penting.

Sehingga:

$$\begin{aligned} P_r &= 0,46 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 2 (473^4 - 303^4) \\ &= 2171,4\text{ W} \end{aligned}$$

Tahanan dapat dicari dengan:

$$P_r = \Delta T/R \quad (\text{pers.2.6})$$

$$R = \Delta T/P_r = (200 - 30)/2171,4$$

$$\text{Maka: } R = 0,07829\text{ }^{\circ}\text{C/W atau K/W}$$

Ketahanan dapat juga diberikan oleh $1/h_r A$ Oleh karena itu: $h_r = 6,3865\text{ W/m}^2\text{K}$.

2.5.3 Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diserap oleh benda bermassa tertentu untuk menaikkan suhu sebesar 1°C . Satuan kapasitas kalor dalam *international* ialah J/K. Perpindahan kalor juga bisa dihitung besarnya. *RG Squad* bisa menggunakan rumus di bawah ini.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (\text{pers.2.7})$$

Keterangan:

Q : Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda (J)

m : Massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

c : Kalor jenis zat ($\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$)

ΔT : Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Maka di Dapat Rumus Kalor Jenis

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad (\text{pers.2.8})$$

Keterangan:

c = Kalor jenis zat ($\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$)

Q = Banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu benda (Joule)

m = Massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Jadi untuk mencari nilai kapasitas kalor menggunakan persamaan 2.9

$$C = m \cdot c \quad (\text{pers.2.9})$$

Keterangan:

C = Kapasitas kalor (J/K)

Q = Banyaknya kalor (J)

ΔT = Perubahan suhu (K)

Selain itu, ada rumus lain untuk menentukan kapasitas kalor itu sendiri, yaitu:

$$C = m \cdot c \quad (\text{pers.2.10})$$

Keterangan:

C = Kapasitas kalor (J/K)

m = Massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

c = Kalor jenis zat (J/kg.K)

2.5.4 Energi Listrik

Energi listrik merupakan suatu energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron pada konduktor (pangantar listrik) atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau gas.

Listrik mempunyai satuan Amper yang disimbolkan dengan A dan tegangan listrik yang disimbolkan dengan V dengan satuan volt dengan ketentuan kebutuhan pemakaian daya listrik Watt yang disimbolkan dengan W. Energi listrik bisa diciptakan oleh sebuah energi lain dan bahkan sanggup memberikan suatu energi yang nantinya bisa dikonversikan pada energi yang lain.

Jika di dalam sebuah rangkaian diberi beda potensial V sehingga mengalirkan suatu muatan listrik sejumlah Q dan arus listrik sebesar I, maka energi listrik yang diperlukan. Maka rumus energi listrik adalah ;

$$P = \frac{C \times T}{R} \quad (\text{pers.2.11})$$

Keterangan : P = Energi Listrik (Joule)

C = Kapasitas Kalor (Joule / ⁰K)

T = Temperatur (⁰K)

R = Hambatan Listrik

2.6 Teori Daya Listrik

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit atau rangkaian. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah

sirkuit atau rangkaian listrik. Kita mengambil contoh Lampu Pijar dan *Heater* (Pemanas), Lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya dan mengubahnya menjadi cahaya sedangkan *Heater* mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas. Semakin tinggi nilai Watt-nya semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi.

Sedangkan berdasarkan konsep usaha, yang dimaksud dengan daya listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya adalah Jumlah Energi Listrik yang digunakan tiap detik. Berdasarkan definisi tersebut, perumusan daya listrik adalah seperti dibawah ini :

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung Daya Listrik dalam sebuah Rangkaian Listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I \quad (\text{pers.2.12})$$

Atau bisa juga menggunakan persamaan dibawah ini

$$P = I^2 R \quad (\text{pers 2.13})$$

$$P = \frac{P}{t} \quad (\text{pers.2.14})$$

Dimana :

P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)

p = Energi listrik

t = Waktu (jam)

2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler atau kadang dinamakan *Pengontrolan tertanam* (*Embedded controller*) adalah suatu sistem yang mengandung masukan/keluaran, memori, dan processor, yang digunakan pada suatu mesin seperti mesin cuci, pemutar video, mobil, dan telepon. Pada prinsipnya, mikrokontroler adalah sebuah komputer berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal yang bersifat berulang, dan dapat berinteraksi dengan peranti eksternal, seperti sensor ultrasonic untuk mengukur jarak terhadap

suatu objek, penerima *GPS* untuk memperoleh data posisi kebumihan dari satelit, dan motor untuk mengontrol gerakan pada robot. Sebagai komputer yang berukuran kecil, mikrokontroler cocok diaplikasikan pada benda-benda berukuran kecil, misalnya sebagai pengendali pada *Quad Copter* ataupun robot.

Perusahaan yang terkenal sebagai pembuat mikrokontroler antara lain adalah *Atmel*, *Cypress Semiconductor*, *Microchip* Teknologi, dan *Silicon Laboratories*.

2.8 Arduino

Arduino adalah jenis suatu papan (*board*) yang berisi mikrokontroler. Dengan perkataan lain, Arduino dapat disebut sebagai sebuah papan mikrokontroler. Arduino merupakan mikrokontroler serbaguna yang memungkinkan untuk diprogram. Program di Arduino biasa dinamakan dengan *Sketch*. Dengan menuliskan *sketch*, anda bisa memberikan berbagai instruksi yang akan membuat Arduino dapat melaksanakan tugas sesuai dengan instruksi-instruksi yang diberikan. Selain itu, *sketch* dapat di ubah sewaktu-waktu.

Sebenarnya Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan *Smart Projects*. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat "*open source*" sehingga boleh dibuat oleh siapa saja.

Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan eksperimen atau pewujudan berbagai peralatan yang berbasis mikrokontroler, misalnya :

1. Pemantauan ketinggian air waduk.
2. Pelacakan lokasi mobil.
3. Penyiraman tanaman secara otomatis.
4. Otomasi akses pintu ruangan.
5. Pendeteksi keberadaan orang untuk pengambilan keputusan, dan lain sebagainya.

Berbagai jenis kartu Arduino tersedia antara lain Arduino UNO, Arduino Diecimila, Arduino Duemilanove, Arduino Leonardo, Arduino Mega, Arduino Nano. Walaupun ada berbagai jenis kartu Arduino, secara prinsip pemrograman

yang diperlukan menyerupai. Hal yang membedakan adalah kelengkapan fasilitas dan pin-pin yang perlu digunakan.

2.8.1 Arduino UNO R3

Arduino UNO R3 adalah jenis Arduino UNO yang dikeluarkan pada tahun 2011. R3 sendiri berarti revisi yang ke tiga. Mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega328 keluaran Atmel. Mikrokontroler tersebut adalah mikrokontroler 8-bit.



Gambar 2.10 Arduino UNO

Arduino UNO berukuran sebesar kartu kredit. Walaupun berukuran kecil seperti itu, papan tersebut mengandung mikrokontroler dan sejumlah input/output (I/O) yang memudahkan pemakai untuk menciptakan berbagai proyek elektronika yang dikhususkan untuk menangani tujuan tertentu.

Penjelasan singkat beberapa Bagian-bagian penting di Arduino UNO adalah sebagai berikut.

1. Sebuah IC (*Integrated Circuit*), yang dipasangkan ke *header socket* sehingga memungkinkan untuk dilepas.
2. Konektor USB (*Universal Serial Bus*) berfungsi sebagai penghubung ke PC. Konektor ini sekaligus berfungsi sebagai pemasok tegangan bagi papan Arduino.
3. Konektor catu daya berfungsi sebagai penghubung ke sumber tegangan eksternal. Hal ini diperlukan sekiranya konektor USB tidak dihubungkan ke PC. Adaptor AC –ke – DC atau baterai dapat

dihubungkan ke konektor ini. Konektor ini dapat menerima tegangan dari +7 hingga +12V.

4. Pin digital adalah pin yang digunakan untuk menerima atau mengirim isyarat digital. Isyarat 1 (sering dinyatakan dengan HIGH) direpresentasikan dalam bentuk tegangan 5V dan isyarat 0 (kerap dinyatakan dengan LOW) diwujudkan dalam bentuk tegangan 0V. Nomor pin digital berupa 0 hingga 13. Beberapa pin digital, yang dinamakan pinPWM dapat digunakan sebagai keluaran analog. Pin PWM ditandai dengan symbol ada 6 pin PWM, yaitu 2, 5, 6, 9, 10, dan 11.
5. Pin analog adalah pin yang dipakai untuk menerima nilai analog. Jika dinyatakan dalam tegangan, nilai analog akan berkisar antara 0 hingga 5V. Di pin analog, nilai seperti 1,0 atau 2.5 dimungkinkan.
6. Pin sumber tegangan adalah pin yang memberikan catu daya kepada pin-pin lain yang membutuhkannya.
 - a) *Vin* berasal dari *voltage in*, adalah pin yang memberikan tegangan sama dengan tegangan luar yang diberikan ke papan Arduino.
 - b) *GND* berasal dari *ground*. Total pin GND adalah 3. Satu terletak di sebelah pin digital 13.
 - c) 5V berisi tegangan 5V.
 - d) 3.3V berisi tegangan 3,3V
7. *LED* yang tersedia berjumlah 4. Fungsi masing-masing adalah sebagai berikut :
 - (a) *ON* akan menyala kalau papan Arduino diberi sumber tegangan.
 - (b) RX dan TX menyatakan data sedang dikirim dan diterima oleh papan Arduino.
 - (c) L adalah LED yang terhubung ke pin 13.
- 8 Tombol Reset akan membuat *sketch* dijalankan ulang. Kadangkala, instruksi yang diberikan di Arduino menimbulkan hal tidak normal.

Pada keadaan seperti ini, tombol reset yang di tekan akan membuat sistem di-*reset* dan kemudian diaktifkan kembali.

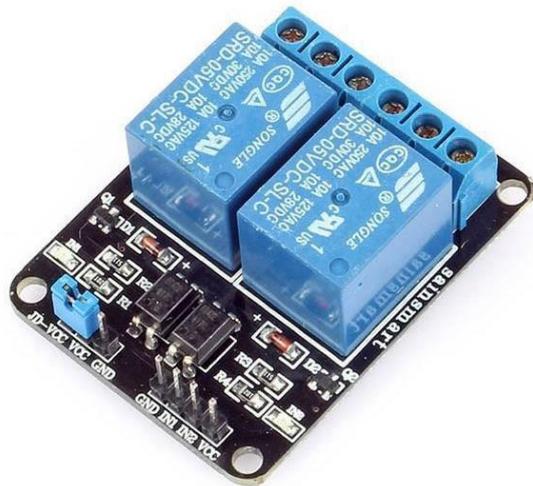
Arduino UNO dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data *flash memory* berukuran 32KB, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) berukuran 1KB. SRAM digunakan untuk menampung data atau hasil pemrosesan data selama Arduino menerima pasokan sumber daya. *Flash memory* untuk menaruh program yang anda buat. EEPROM digunakan untuk menaruh program bawaan dari Arduino UNO dan sebagian lagi dapat dimanfaatkan untuk menaruh data milik anda secara permanen.

2.9 Sensor

Sensor adalah suatu peranti yang digunakan untuk melakukan suatu pengamatan terhadap ransangan dan mengubahnya kedalam bentuk isyarat sehingga bisa diukur. Rangsangan dapat berupa akustik, elektrik, magnetik, optikk, termal, mapun mekanik.

Ada dua jenis sensor, yaitu sensor digital dan sensor analog. Hal itu didasarkan pada jenis isyarat yang dihasilkan. Sensor analog berarti bahwa sensor yang menghasilkan isyarat analog, sedangkan sensor digital membangkitkan isyarat digital. Pada sensor digital, keluaran hanya berupa salah satu dari dua keadaan, yakni HIGH (1) atau LOW (0). Pada sensor analog, nilai keluarannya lebih bervariasi.

Pada penggunaan sensor, hal penting yang perlu dilakukan tegangan maksimum yang dikeluarkan oleh sensor. Sebagai contoh, pin Arduino hanya dapat menerima tegangan maksimum sebesar 5V. Maka, harus diperhatikan bahwa keluaran sensor tidak lebih daripada 5V. Jika tegangan maksimum keluaran sensor sebesar 5V, sensor dapat dihubungkan secara langsung ke pin-pin Arduino. Akan tetapi, jika tegangan maksimum yang dihasilkan sensor melebihi 5V, harus ada antarmuka yang perlu dilakukan supaya tegangan maksimum yang masuk ke pin Arduino adalah 5V. Solusi sederhana yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan pembagi tegangan.



Gambar 2.13 Relay

2.11 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di setup atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



Gambar 2. 14 Motor Servo

2.12 Ethernet Shield

Adalah jenis perangkat keras jaringan yang dihubungkan dengan mikrokontroler berupa adaptor. Awalnya diciptakan untuk membangun sebuah

Local Area Network (LAN). Hal ini digunakan untuk mendukung standar *Ethernet* untuk koneksi jaringan kecepatan tinggi melalui kabel dalam. Sebuah *Network* yang menggunakan *Ethernet* sebagai protokol sering disebut *Ethernet Network*.

Ethernet Shield memungkinkan Arduino untuk terkoneksi dengan jaringan internet, hal ini didasarkan dengan penggunaan chip *Wiznet 5100* (*datasheet*). *Wiznet 5100* menyediakan IP, baik untuk TCP maupun UDP, ini mendukung hingga 4 koneksi simultan.

Ethernet Shield menggunakan standar RJ45 dengan transformator garis terpadu dan *power over ethernet* (PoE) diaktifkan. Ada slot kartu sd card yang terintegrasi yang dapat digunakan menyimpan file untuk melayani melalui jaringan. Arduino berkomunikasi dengan *Wiznet 5100* dan kartu sd card menggunakan bus SPI (melalui *Header ICSP*) yang terletak pada pin digital 10, 11, 12, dan 13 di Arduino UNO dan pin 50, 51, dan 52 pada Arduino Mega.

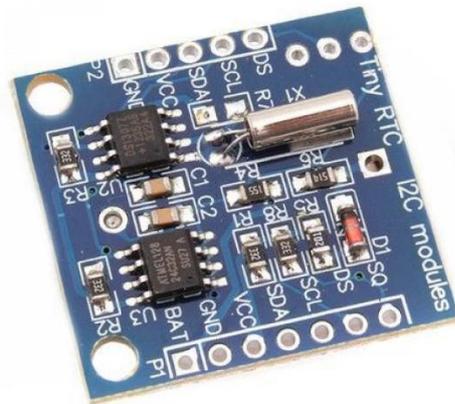
Fungsi *Ethernet Shield* adalah membantu pertukaran data secara *full duplex* melalui jaringan. *Ethernet Shield* berkomunikasi melalui jaringan komputer dengan bantuan akses fisik ke media jaringan dan sistem pengalaman tingkat rendah melalui penggunaan alamat MAC. Dalam sebuah jaringan, setiap *Ethernet Shield* menggunakan alamat MAC yang unik.



Gambar 2.15 Ethernet Shield

2.13 Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock (RTC) adalah perangkat yang memungkinkan untuk menghasilkan waktu yang tepat karena dilengkapi dengan pembangkit waktu dan baterai.



Gambar 2. 16 *Real Time Clock (RTC)*

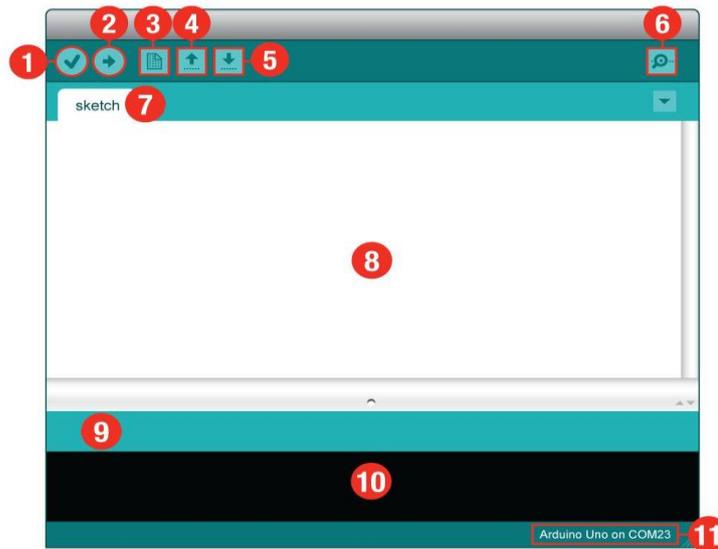
Modul RTC dilengkapi dengan lima PIN. Kelima PIN tersebut adalah

1. GND : dihubungkan ke *ground*.
2. VCC : dihubungkan dengan sumber tegangan 5V
3. SDA : PIN untuk data
4. SCL : PIN untuk *clock*

Koneksi ke *Arduino* dilakukan dengan menggunakan I2C. Oleh karena itu, PIN SDA dihubungkan ke PIN 4 dan SCL ke PIN 5 . Untuk *RTC* yang menggunakan pustaka IC DS13507, pemrograman *RTC* menjadi sangat mudah jika melibatkan pustaka DS1307RTC.

2.14 **Arduino IDE**

Arduino IDE adalah software yang disediakan di situs arduino.cc yang ditujukan sebagai perangkat pengembangan *sketch* yang digunakan sebagai program dipapan *Arduino*. IDE (*Integreted Development Environment*) berarti bentuk alat program yang terintegrasi sehingga berbagai keperluan disediakan dan dinyatakan dalam bentuk antarmuka berbasis menu. Dengan menggunakan *Arduino IDE*, anda bisa menulis *sketch*, memeriksa ada kesalahan atau tidak di *sketch*, dan kemudian mengunggah *sketch* yang sudah terkompilasi ke papan *Arduino*.



Gambar 2. 17 Tampilan Software Arduino IDE

1. *Verify* : berguna untuk mengkompilasi dan menyetujui program yang di tulis.
3. *Upload* : berguna untuk mengirim kode program ke *RedBoard*. Ketika me- klik tombol *upload* maka lampu *led* pada papan akan berkedip dengan cepat. *New* : tombol ini berguna membuka jendela kode pada tab baru.
4. *Open* : tombol ini berguna untuk membuka program yang sudah ada.
5. *Save* : berguna untuk menyimpan program yang telah di buat.
6. *Serial monitor* : tombol ini berguna untuk membuka jendela yang menampilkan informasi dari *RedBord*.
7. *Sketch Name* : adalah tempat menampilkan nama dari program yang sedang di kerjakan.
8. *Code Area* : berfungsi sebagai tempat menulis kode program yang akan di kerjakan.
9. *Message Area* : disinilah *IDE* memberikan informasi apabila ada kesalahan dalam kode program yang di buat.
Text Console : berguna untuk menunjukkan pesan kesalahan secara lengkap pada saat program di jalankan.
10. *Board and Serial Port* : untuk menunjukkan papan apa yang sedang digunakan.

Dalam bahasa pemrograman arduino ada tiga bagian utama yaitu struktur, *variable* dan fungsi (Artanto, 2012) :

1. Struktur Program Arduino

a. Kerangka Program

Kerangka program arduino sangat sederhana, yaitu terdiri atas dua blok. Blok pertama adalah *void setup ()* dan kedua adalah *void loop ()*.

1) Blok *Void setup ()*

Berisi kode program yang hanya dijalankan sekali sesaat setelah arduino dihidupkan atau di-reset. Merupakan bagian persiapan atau instalasi program.

2) Blok *void loop ()*

Berisi kode program yang akan dijalankan terus menerus. Merupakan tempat untuk program utama.

b. Sintaks Program

Baik blok *void setup loop ()* maupun blok function harus diberi tanda kurung kurawal buka “{“ sebagai tanda awal program di blok itu dan kurung kurawal tutup “}” sebagai tanda akhir program.

2. Variabel

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas dengan menggunakan sebuah variabel.

3. Fungsi

Pada bagian ini meliputi fungsi *input output* digital, *input output* analog, *advanced I/O*, fungsi waktu, fungsi matematika serta fungsi komunikasi.

Pada proses *Uploader* dimana pada proses ini mengubah bahasa pemrograman yang nantinya *dicompile* oleh *avr-gcc (avr-gcc compiler)* yang hasilnya akan disimpan kedalam papan arduino.

Avr-gcc compiler merupakan suatu bagian penting untuk *software* bersifat *open source*. Dengan adanya *avr-gcc compiler*, maka akan membuat bahasa pemrograman dapat dimengerti oleh mikrokontroler. Proses terakhir ini sangat

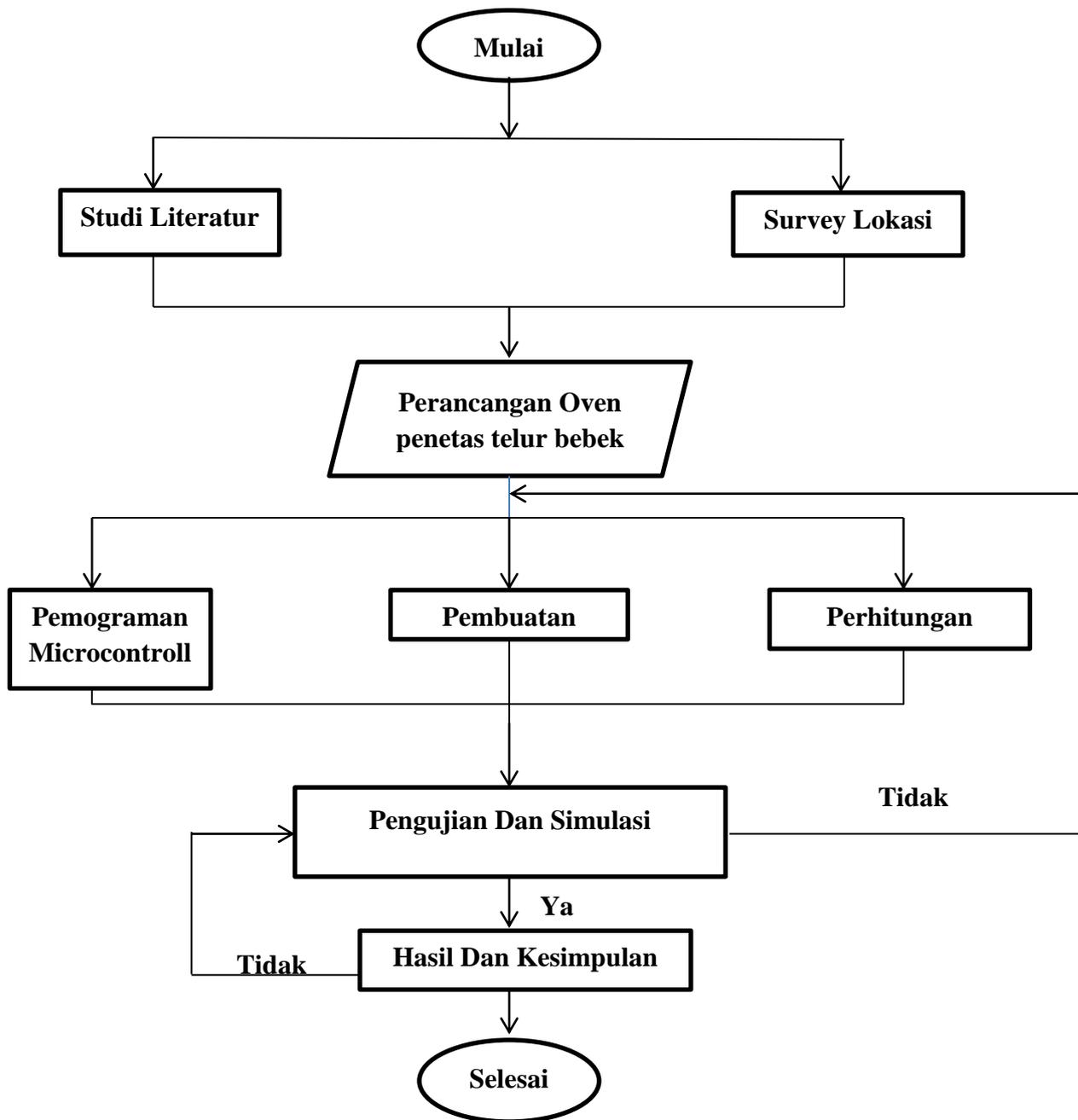
penting, karena dengan adanya proses ini maka akan membuat proses pemrograman mikrokontroler menjadi sangat mudah.

Berikut ini merupakan gambaran siklus yang terjadi dalam melakukan pemrograman Arduino:

1. Koneksikan papan Arduino dengan komputer melalui USB *port*.
2. Tuliskan sketsa rancangan suatu program yang akan dimasukkan ke dalam papan Arduino.
3. *Upload* sketsa program ke dalam papan Arduino melalui kabel USB dan kemudian tunggu beberapa saat untuk melakukan *restart* pada papan Arduino.
4. Papan Arduino akan mengeksekusi rancangan sketsa program yang telah dibuat dan di-*upload* ke papan Arduino.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir

Keterangan :

Perencanaan alat uji ini akan dilakukan sesuai dengan langkah – langkah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan melakukan studi data terhadap buku literatur tentang oven penetas dan teori perpindahan panas. Selain itu juga dilakukan pencarian di internet tentang hal – hal yang menyangkut dengan perancangan oven penetas.

b. Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan bertujuan untuk melihat langsung proses penetasan pengeraman secara indukan, serta menentukan lama proses penetasan telur bebek secara manual.

c. Perencanaan Oven Penetas Telur Bebek

Setelah melakukan survei lapangan dan membaca literatur tentang oven barulah dilakukan perancangan gambar serta pemilihan bahan yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan oven.

d. Pemograman Microcontroller

Setelah Perencanaan selesai barulah dilakukan pemograman, guna untuk meng *input* dan *output* data yang di progam yang kita tentukan.

e. Pembuatan Oven

Pembuatan oven meliputi pembuatan box, instalasi lampu, dan rak ayun.

f. Perhitungan kajian

Setelah data dari survey serta data dari perancangan gambar diperoleh, barulah dilakukan perhitungan berdasarkan variabel perencanaan.

g. Pengujian dan Simulasi

Pengujian dengan waktu 21 hari pengovenan kapasitas 100 butir satu siklus dengan suhu 38⁰C.

h. Hasil

Hasil yang didapat dari perencanaan ini adalah berupa sebuah oven penetas telur bebek menggunakan mikrokontroller Arduino R3.

3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian

Pembuatan oven penetas telur bebek ini dilakukan dalam waktu 4 bulan dimulai dari bulan Maret sampai bulan Juni tahun 2019 dan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin kampus Universitas Pasir Pengaraian.

3.3 Alat Dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang harus di gunakan saat pembuatan oven penetas telur.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

BAHAN	ALAT
Partikel Board ± 75cm x 120cm = 2 lembar	Gergaji
2 buah pegangan pintu	Palu
Kayu kecil (Reng) secukupnya dan pastikan cukup untuk ukuran :	Penggaris siku
- 40cm = 1 batang	Meteran
- 30cm = 2 batang	Tatah/ Bor (Pelubang Kayu)
Lem kayu secukupnya	Cutter
2 set penerangan :	Obeng Plus & Minus
- Lampu pijar 5W = 4 buah	Gunting
- Fitting lampu = 4 buah	Tang

BAHAN	ALAT
1 Termostat Digital	Stappler
Kabel listrik ± 3M	Pensil
1 Lembar kawat kasa 0,6cm (26,25cm x 36,25cm)	
1 Lembar plastik mika ukuran kertas folio	
1 Saklar On/Off	
Klem kabel (Penjepit Kabel)	
Isolasi secukupnya	
1 Termometer	
1 pcs Stop Kontak	
2 buah engsel pintu kecil	
1 buah bak air	
Paku	

3.4 Rincian Anggaran Biaya

Berikut ini adalah rincian perkiraan biaya dalam pembuatan oven penetas telur yaitu :

Tabel 3.2 Rincian Anggaran Biaya

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Partikel Board	122cm x 244cm	2 lembar	75.000	150.000
2	Lampu Pijar	5 watt	4 buah	10.000	40.000
3	Fitting Lampu		4 buah	5.000	20.000
4	Thermostat Digital	220 volt	1 buah	58.000	58.000
5	Hygrometer		1 buah	38.000	38.000
6	Kabel		2 meter	15.000	30.000
7	Pegangan Pintu		1 buah	5.000	5.000

8	Kawat Kasa		1 lembar	25.000	25.000
9	Nampan Air	Plastik	1 buah	5.000	5.000
11	Mikrokontroller	Arduino R3	1 set	485.000	485.000
12	Sensor Suhu	LM35	1 buah	8.000	8.000
13	LCD	16 x 2	1 buah	50.000	50.000
14	Kabel Jumper		2 set	35.000	70.000
15	<i>Breadboard</i>		1 Buah	40.000	40.000
16	Biaya Operasional			973.000	973.000
				Jumlah	1.992.000

3.5 Langkah Penelitian

Perencanaan alat uji akan dilakukan sesuai dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Tahap Perancangan
2. Tahap Pembuatan

3.5.1 Tahap Perancangan

Pada proses pembuatan Oven Penetas Telur ada beberapa proses yang harus di ikuti agar pembuatan tersebut baik dan sesuai perencanaan. Prosedur tersebut meliputi serangkaian langkah-langkah pengerjaan komponen serta perakitan komponen menjadi satu kesatuan mesin yang dapat dioperasikan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Berikut adalah tahapan perancangan Oven Penetas Telur Bebek:

- a. Menghitung Volume Ruang Oven
- b. Menghitung Suhu
- c. Menghitung daya yang diperlukan selama proses penetasan
- d. Perancangan system rangkaian instalasi listrik
- e. Perancangan progam
- f. Perancangan pembuatan oven dan rak.

3.5.2 Tahap Pembuatan

3.5.2.1 Pembuatan Box

- a. Pembuatan Pola, buat terlebih dahulu gambar pola persegi panjang pada *Particle Board* dan potong menjadi 6 bagian dengan ketentuan seperti berikut:



Gambar 3.2 Pembuatan Pola

- Ukuran 60 cm x 30 cm sebanyak “2 lembar” untuk bagian atas dan bawah mesin.
 - Ukuran 30 cm x 32 cm sebanyak “2 lembar” untuk sisi kanan dan kiri mesin.
 - Ukuran 60 cm x 32 cm sebanyak “2 lembar” untuk dinding belakang dan pintu oven.
- b. Pemotongan, potong sesuai pola dan tandai bagian-bagian yang telah dipotong. (A = atas, B = bawah, Blk = belakang, Ka = kanan, Ki = kiri, P = pintu).



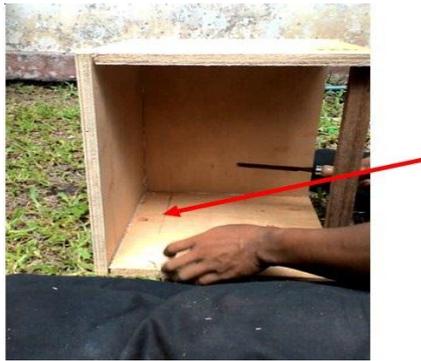
Gambar 3.3 Hasil Pemotongan *Particle Board*

- c. Perakitan *Box*, rangkai *particle board* yang sudah terpotong pada bagian bawah, kanan, kiri dan belakang mesin sehingga seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3.4 Pemasangan *Particle Board*

- d. Pembuatan Ventilasi, beri lobang kecil pada atas untuk sirkulasi udara dengan ukuran 3,5 cm.



Gambar 3.5 Pembuatan Lubang

3.5.2.2 Instalasi Lampu dan Thermostat

Untuk menciptakan keadaan yang hangat pada telur, maka diperlukan bahan-bahan yang dapat menciptakan sumber panas seperti: Thermostat dan lampu.

- a. Instalasi Lampu Penerangan

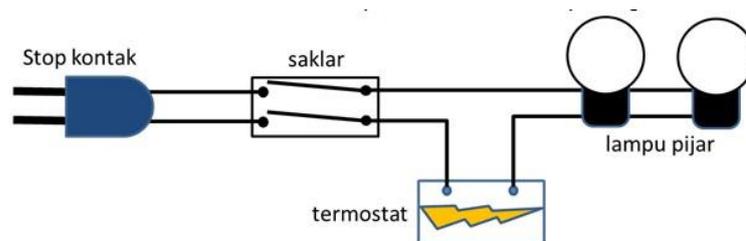
Setelah *box* sudah jadi, pasang keempat *Fitting* lampu yang telah dipasangi kabel pada dinding dalam sebelah kanan dan kiri seperti gambar:



Gambar 3.6 Pemasangan Fitting Lampu

b. Instalasi Thermostat

Buat lubang pada atap mesin sesuai ukuran Saklar, pasang dudukan tempat thermostat dan lakukan instalasi seperti sesuai skema pada gambar dibawah :



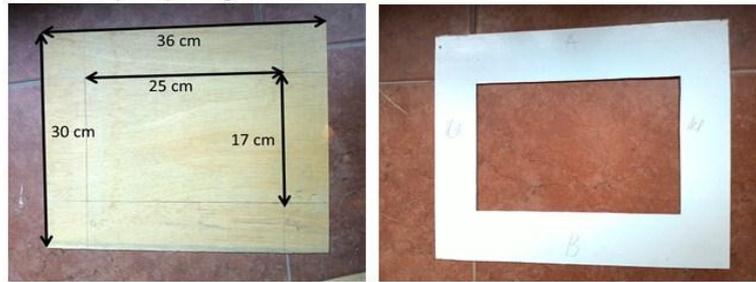
Gambar 3.7 Rangkaian Thermostat



Gambar 3.8 Pemasangan Thermostat

3.5.2.3 Pembuatan Pintu

Dalam membuat pintu oven, bahan-bahan yang harus dipersiapkan yaitu: *particle board* \pm (60 cm x 32 cm), Multiplek, dan 1 buah engsel pintu kecil. Buat pola pada *particle board*, kemudian potong dan beri lubang dengan ukuran seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.9 Pintu Oven

- a. Pemasangan Engsel, pasang engsel pintu pada bagian depan *particle board*.



Gambar 3.10 Pemasangan Engsel

- b. Penggabungan, gabungkan *particle board* di bagian depan dengan *particle board* di bagian belakang.



Gambar 3.11 Pemasangan Pintu pada oven

3.5.2.4 Pembuatan Rak Telur

Rak telur ini merupakan tempat yang nantinya kita gunakan sebagai tempat meletakkan telur sekaligus tempat menetasnya telur. Dan untuk membuatnya bahan-bahan yang harus disiapkan seperti: 1 Lembar kawat kasa 0,6cm (26,25cm x 36,25cm) dan *particle board*.

1. Buat rak telur dengan ukuran 36,25 cm x 26,25cm x 4cm.



Gambar 3.12 Pembuatan Rak

2. Pasang rak telur pada dudukan yang sudah tersedia didalam kotak mesin.



Gambar 3.13 Pemasangan Rak