

BAB II

LANDASAN TEORI

Dalam bab ini membahas mengenai teori penunjang dan teori dasar dari peralatan-peralatan yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan pengendali suhu ruangan berdasarkan jumlah orang.

2.1 Teori Kendali Suhu Ruangan

Secara geografis Indonesia berada dalam garis khatulistiwa atau tropis, namun secara thermis (suhu) tidak semua wilayah Indonesia merupakan daerah tropis. Daerah tropis menurut pengukuran suhu adalah daerah tropis dengan suhu rata-rata 20°C, sedangkan rata-rata suhu di wilayah Indonesia umumnya dapat mencapai 35°C dengan tingkat kelembaban yang tinggi, dapat mencapai 85% (iklim tropis panas lembab). Keadaan ini terjadi antara lain akibat posisi Indonesia yang berada pada pertemuan dua iklim ekstrim (akibat posisi antara 2 benua dan 2 samudra), perbandingan luas daratan dan lautannya, dan lain-lain. Kondisi ini kurang menguntungkan bagi manusia dalam melakukan aktifitasnya sebab produktifitas kerja manusia cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman seperti halnya terlalu dingin atau terlalu panas. Suhu nyaman thermal untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu 22,8°C - 25,8°C dengan kelembaban 70%.

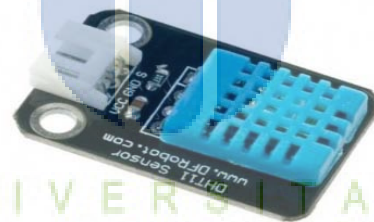
Hal-hal yang mempengaruhi suhu pada ruangan meliputi temperatur udara, temperatur permukaan sekeliling, kelembaban udara, dan aliran perpindahan udara. Dalam melakukan kendali suhu ruangan terdapat dua cara. Yang pertama dengan menciptakan bangunan nyaman secara termal yaitu dengan cara membuat teritis atap/*overhang* cukup lebar, Selubung bangunan (atap dan dinding) berwarna muda (memantulkan cahaya) terjadi ventilasi silang, bidang –

bidang atap dan dinding mendapat bayangan cukup baik, penyinaran langsung dari matahari dihalangi (menggunakan *solar shading devices*) untuk menghalangi panas dan silau. Dan yang ke dua, Langkah yang paling mudah untuk mengakomodasi kenyamanan tersebut adalah dengan melakukan pengkondisian secara mekanis (penggunaan kipas angin atau AC) di dalam bangunan.

2.2 DHT 11 (Sensor Suhu dan Kelembapan)

Sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban nisbi adalah membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air.



Gambar 2.1 Sensor DHT11

Informasi mengenai nilai kelembaban udara diperoleh dari proses pengukuran. Alat yang biasanya digunakan untuk mengukur kelembaban udara adalah higrometer. *DHT11* adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya, *DHT11* ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan

anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, dengan spesifikasi: *Supply Voltage: +5 V, Temperature range : 0-50 °C error of ± 2 °C, Humidity : 20-90% RH $\pm 5\%$ RH error*, dengan spesifikasi *digital interfacing system*. membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.

Tabel 2.1 Karakteristik sensor suhu dan kelembaban udara/*Humidity*

Model	DHT11
<i>Power supply</i>	3-5.5V DC
<i>Output signal</i>	<i>digital signal via single-bus</i>
<i>Measuring range</i>	<i>humidity 20-90% RH $\pm 5\%$ RH error</i> <i>temperature 0-50 °C error of ± 2 °C</i>
<i>Accuracy</i>	<i>humidity $\pm 4\%$ RH (Max $\pm 5\%$ RH);</i> <i>temperature ± 2.0 Celsius</i>
<i>Resolution or sensitivity</i>	<i>humidity 1% RH; temperature 0.1 Celsius</i>
<i>Repeatability</i>	<i>humidity $\pm 1\%$ RH; temperature ± 1 Celsius</i>
<i>Humidity hysteresis</i>	$\pm 1\%$ RH
<i>Long-term Stability</i>	$\pm 0.5\%$ RH/year
<i>Sensing period</i>	<i>Average: 2s</i>
<i>Interchangeability</i>	<i>fully interchangeable</i>
<i>Dimensions size</i>	12*15.5*5.5mm

Dari penjelasan (Tabel 2.1) di atas bahwa struktur yang merupakan cara kerja dari sensor kelembaban udara/*Humidity* DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu pada bagian kaki (VCC), dihubungkan ke bagian Vss yg bernilai sebesar 5V, pada board arduino uno dan untuk bagian kaki GND dihubungkan ke ground

(GND) pada board arduino uno, sedangkan pada bagian kaki data yang merupakan keluaran (Output) dari hasil pengolahan data analog dari sensor DHT11 yang dihubungkan ke bagian analog input (pin3), yaitu pada bagian pin PWM (Pulse Width Modulation) pada board arduino uno dan yang tak ketinggalan terdapat satu kaki tambahan yaitu kaki NC (*Not Connected*), yang tidak dihubungkan ke pin manapun. Sensor kelembaban lain yang banyak dikembangkan adalah jenis sensor serat optik yang menggunakan serat optik sebagai bahan sensor. Berbagai metode dan bahan untuk sensor telah dikembangkan pada sensor serat optik ini.

Metode pengukuran yang digunakan seperti misalnya; pengukuran serapan gelombang, pengukuran pelemahan gelombang, dan pengukuran intensitas. Material yang digunakan untuk sensor kebanyakan adalah bahan-bahan hidrogel seperti gelatin murni atau gelatin yang didoping, polimer yang didoping CoCl₂+PVA, polianilin dengan nano Co, dan agarosa. Pemanfaatan POF (polymer optical fiber) sebagai sensor kelembaban telah dilakukan oleh Shinzo dengan konfigurasi probe sensor berbentuk lurus, diperoleh rentang kelembaban yang dapat dideteksi antara 20-90%. Penelitian lain oleh Arregui dengan gel agarosa yang digunakan sebagai pengganti cladding dari probe, diperoleh hasil yang lebih baik. Rentang kelembaban yang mampu dideteksi 10-100% dengan waktu respon 90 detik. Oleh karena itu Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sensor kelembaban menggunakan POF dengan modifikasi cladding menggunakan bahan gelatin dan chitosan, kemudian probe dari sensor dibengkokkan membentuk huruf “U”.

Dengan membuat probe sensor bengkok seperti huruf “U” diharapkan hasil yang diperoleh akan lebih baik dari pada hasil-hasil penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini dilakukan juga tentang uji life time untuk mendapatkan tingkat ketahanan suatu sensor terhadap waktu.

2.3 *Passive Infra-Red Sensor (PIR)*

Cahaya merupakan suatu bentuk radiasi dari gelombang elektromagnetik yang pada prinsipnya sama dengan gelombang radio, misalnya *infrared*, *ultraviolet* dan sinar-X. Pada dasarnya yang membedakannya adalah panjang

gelombang dan frekuensinya.

Panjang gelombang dari cahaya tampak yakni 400 nm hingga 800 nm dan *ultraviolet* memiliki panjang gelombang lebih pendek dari 400 nm. Hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang dapat dirumuskan dengan Persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

c = Kecepatan cahaya 3.10^8 m/s

λ = Panjang gelombang dalam meter

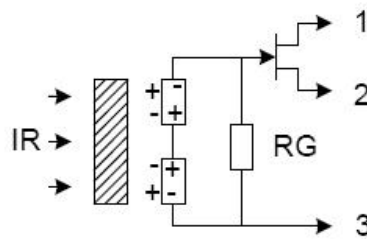
f = Frekuensi dalam Hertz

LED (Light Emitting Dioda) infrared adalah suatu komponen yang tersusun dari sambungan P–N yang akan memancarkan cahaya bila dialiri arus dengan bias maju. Proses pancaran cahaya berdasarkan perubahan tingkat energi ketika elektron dan lubang bergabung atau berekombinasi di daerah N pada saat *LED* dibias maju. Selama perubahan energi ini, proton akan dibangkitkan, sebagian akan diserap oleh bahan semi konduktor dan sebagian lagi akan dipancarkan sebagai energi cahaya.

Infra merah dapat digunakan baik untuk memancarkan data maupun sinyal suara. Keduanya membutuhkan sinyal pembawa untuk membawa sinyal data maupun sinyal suara hingga sampai pada penerima. Untuk transmisi sinyal suara biasanya digunakan rangkaian *voltage to frekuensi converter* yang berfungsi untuk mengubah tegangan sinyal suara menjadi frekuensi.

Infra merah merupakan gelombang dengan radiasi yang tidak tampak pada daerah spektrum elektro magnetik yang mempunyai panjang gelombang antara 750 nm sampai 1000 μ m. Detektor panas memiliki respon terhadap sumber panas yang timbul dari suatu radiasi tertentu dan hasilnya diukur dengan peralatan temperatur. Tiga jenis detektor panas yang paling banyak dipakai adalah *bolometer*, *thermocouple* dan *pyroelectric*. Untuk masing – masing detektor yang telah disebutkan, penyerapan radiasi menimbulkan perubahan suhu pada detektor yang menyebabkan terjadinya perubahan fisik dari bahan penyusunnya. Untuk

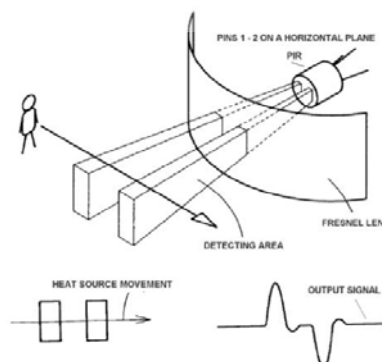
bolometer misalnya, akan terjadi perubahan resistansi (tahanan) listrik. Pada Gambar 2.2 menunjukkan gambar rangkaian *internal* dari sensor *Passive Infrared*.



Gambar 2.2 Rangkaian *Internal PIR*

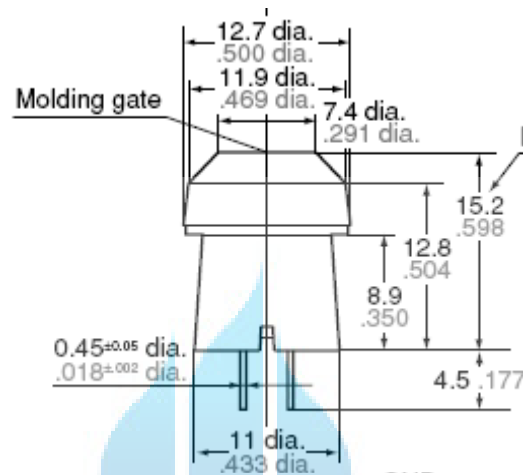
PIR sensor mempunyai dua elemen *sensing* yang terhubung dengan masukan dengan susunan seperti yang terdapat dalam Gambar 2.2. Jika ada sumber panas yang lewat di depan sensor tersebut, maka sensor akan mengaktifkan sel pertama dan sel kedua sehingga akan menghasilkan bentuk gelombang seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.3 di bawah ini. Sinyal yang dihasilkan sensor *PIR* mempunyai frekuensi yang rendah yaitu 0,2 – 5 Hz.

Radiasi infra merah berada pada spektrum elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih besar daripada cahaya tampak. Radiasi infra merah tidak dapat dilihat tapi dapat dideteksi. Benda yang dapat memancarkan panas berarti memancarkan radiasi infra merah. Benda – benda ini termasuk makhluk hidup seperti binatang dan tubuh manusia. Tubuh manusia dan binatang dapat memancarkan radiasi inframerah terkuat yaitu pada panjang gelombang 9,4 μm . Radiasi inframerah yang dipancarkan inilah yang menjadi sumber pendeteksian bagi detektor panas yang memanfaatkan radiasi inframerah.



Gambar 2.3 Sinyal Keluaran *PIR*

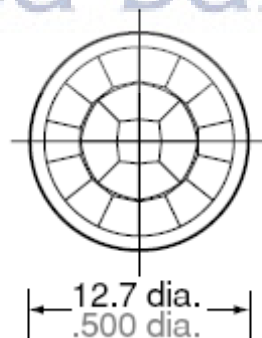
Passive Infra-Red Sensor (PIR) adalah sebuah modul yang dapat mendeteksi adanya gerakan yang dilakukan oleh manusia. Modul ini bekerja dengan cara memeriksa perubahan suhu yang terjadi di sekeliling modul. Jika ada perubahan maka modul akan memberikan sinyal berupa tegangan V_{in} dikurangi 0,5 Volt.



Gambar 2.4 Dimensi Modul *PIR* (dalam milimeter)

Agar dapat bekerja modul ini membutuhkan *supply* minimal 3 Volt sampai dengan batas maksimal 6 Volt. Ukuran dimensi modul ini tampak dari samping adalah 12,7 mm x 15,2 mm seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.4.

MERCU BUANA

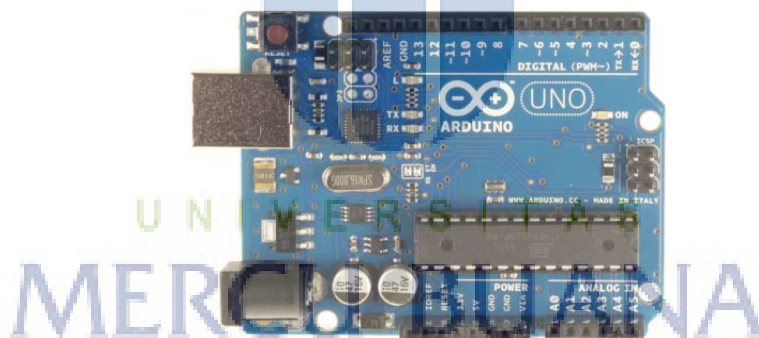


Gambar 2.5 Dimensi Lensa *PIR* (*Fresnel lens*)

Modul ini memiliki sebuah filter berupa lensa yang diberi nama *Fresnel lens* yang berfungsi untuk mengatur fokus sinyal *infrared* terhadap objek yang akan dideteksi. Dimensi dari lensa ini dapat dilihat pada Gambar 2.5. Jangkauan maksimal modul ini adalah 5 meter tergantung dari pengaruh lingkungan atau keadaan sekitar dan juga bentuk *fresnel lens*. Pada saat dihidupkan pertama kali modul ini membutuhkan waktu untuk mengenali suhu keadaan berkisar antara 7 sampai 30 detik.

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. *Board* ini memiliki 14 pin digital *input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16MHz crystal oscillator, koneksi USB, sebuah power jack, sebuah header ICSP dan tombol *reset*. *Board* ini berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler. Berikut adalah gambar dari Arduino Uno:



Gambar 2.6 Arduino Uno

Fitur:

<i>Microcontroller</i>	ATmega328
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage(recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	14 (of which 6 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	6

<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Input/ Output

Masing-masing 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Pin ini bekerja pada 5volt. Masing-masing pin menyediakan aau menerima 40mA dan memiliki resistor pull-up. Dan berikut beberapa pin yang memiliki fungsi khusus:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX)** digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL serial data. Pin tersebut terhubung dengan pin ATmega8U2 yang digunakan sebagai USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3**, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai *low*, rising dtai falling edge, atau berganti nilai menggunakan fungsi `attachInterrupt()`.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11**, menyediakan 8-bit PWM *output* dengan fungsi `analogWrite()`.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK)**, pin-pin ini mendukung kominikasi secara SPI menggunakan SPI library.
- **LED: 13**, adalah LED yang terhubung dengan digital pin 13. Saat pin bernilai *high* maka LED menyala, saat pin *low* maka LED mati.
- **Uno memiliki 6 analog input (yang berlabel A0 sampai A5)**, masing-masing menyediakan resolusi 10bit. Dengan default pengukuran *ground* sampai 5volt, meskipun dapat juga untuk mengubah jangkauannya dengan menggunakan pin AREF dan fingsi `analogReference()`.
- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin**, mendukung komunikasi TWI menggunakan Wire library.

- **AREF**, tegangan referensi untuk tegangan analog *input*. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- **Reset**, Dengan diberikan nilai *low* maka akan me-*reset* mikrokontroler.

2.5 PWM (Pulse Width Modulation) Internal Arduino

PWM (Pulse Width Modulation) adalah salah satu teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa (duty cycle) dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi *high* kemudian berada di zona transisi ke kondisi *low*. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Duty Cycle merupakan representasi dari kondisi logika *high* dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi *high* terus menerus artinya memiliki duty cycle sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan *high* sama dengan keadaan *low* maka sinyal mempunyai duty cycle sebesar 50%.

Aplikasi penggunaan PWM biasanya ditemui untuk pengaturan kecepatan motor dc, pengaturan cerah/redup LED, dan pengendalian sudut pada motor servo. Contoh penggunaan PWM pada pengaturan kecepatan motor dc semakin besar nilai duty cycle yang diberikan maka akan berpengaruh terhadap cepatnya putaran motor. Apabila nilai duty cycle-nya kecil maka motor akan bergerak lambat.

Fitur PWM pada Arduino Uno memiliki resolusi sebesar 8 bit jadi bernilai $(2^8) = 256$, dengan range 0-255. Resolusi yang dimaksud yaitu rentang data (range) yang mampu dibaca oleh mikrokontroler terhadap nilai PWM-nya. Untuk membandingkannya terhadap tegangan DC, PWM memiliki 3 mode operasi yaitu

1. Inverted Mode yaitu pada mode ini jika nilai sinyal lebih besar dari pada titik pembandingan (compare level) maka output akan di set *high* (5v) dan sebaliknya jika nilai sinyal lebih kecil maka output akan di set *low* (0v).
2. Non Inverted Mode yaitu pada mode ini output akan bernilai *high* (5v) jika titik pembandingan (compare level) lebih besar dari pada nilai sinyal dan sebaliknya jika bernilai *low* (0v) pada saat titik pembandingan lebih kecil dari nilai sinyal.

3. Toggle Mode yaitu pada mode ini output akan beralih dari nilai *high* (5v) ke nilai *low* (0v) jika titik pembanding sesuai dan sebaliknya beralih dari nilai *low* ke *high*.

Berikut cara perhitungan *duty cycle* :

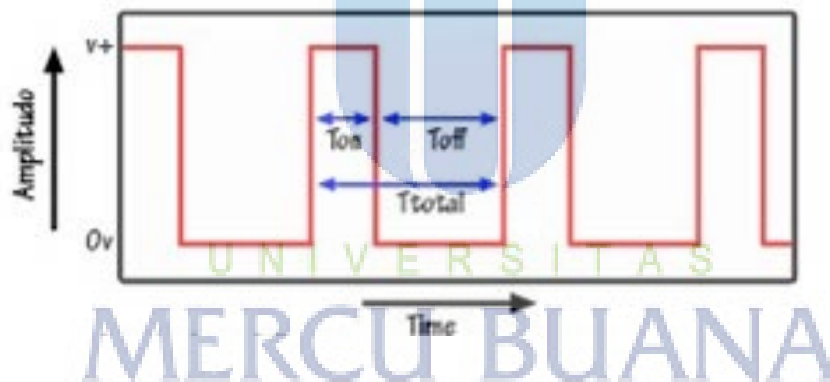
$$\% \text{ Duty Cycle} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \times V_{in} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

T on = lama waktu hidup

T off = lama waktu mati



Gambar 2.7 Ilustrasi perhitungan *Duty Cycle*