

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian aplikasi sensor *passive infrared receiver* yang dilakukan [3] dengan perancangan sistem masukan berupa sensor yang dihubungkan dengan catu daya. Penelitian ini mengukur pancaran (*coverage*) daya jangkau sensor. Dengan meletakkan sensor pada suatu tempat yang tidak terhalang dengan suatu benda apapun, serta mengarahkan ke objek (manusia) yang akan dideteksi. Didapatkan hasil cakupan daya pancar sensor dengan berbagai variasi ketinggian diketahui bahwa pancaran maksimal berada pada ketinggian sensor 150 cm dari lantai. Jarak 500 cm merupakan titik terjauh untuk mendeteksi manusia.

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian terkait dengan alat pengukur suhu tubuh manusia tanpa adanya kontak fisik oleh [4]. Dengan pengujian alat dilakukan pada 4 orang pasien dan dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali untuk setiap pasien. Data yang telah diperoleh akan dibandingkan dengan termometer digital yang sudah terkalibrasi. Alat tersebut masih menggunakan sistem digital sehingga *circuit board* kurang efisien dalam penggunaannya.

Pada penelitian kali ini penulis merancang dan membuat alat pengukur suhu tubuh manusia *non-contact thermometer* berbasis Arduino Nano, sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem dan dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Prinsip Dasar

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Istilah termometer berasal dari bahasa latin *thermo* yang berarti bahang dan meter yang berarti untuk mengukur. Pengukuran suhu dapat dilakukan menggunakan sensor. Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu terbagi dua yakni sensor kontak dan sensor non-kontak.

Beberapa sensor kontak adalah termokopel, termistor, dan RTDs. Salah satu sensor non-kontak adalah *non-contact thermometer*. Alat ini mengukur panas (energi infra merah) dari objek dengan memfokuskan energi ini melalui sistem optik menggunakan detektor. Signal dari detektor kemudian disajikan dalam suhu setelah melalui serangkaian proses [5].

*Non-contact thermometer* merupakan sebuah alat ukur suhu yang bisa mengukur temperatur atau suhu tanpa harus bersentuhan dengan objek yang hendak diukur suhunya. *Non-contact thermometer* memberikan kemampuan untuk mendeteksi suhu secara optik selama objek diamati, energi sinar infra merah diukur, dan disajikan sebagai suhu [6].

Infra merah merupakan sinar yang memiliki frekuensi lebih rendah dari pada frekuensi sinar tampak atau memiliki panjang gelombang yang lebih panjang dari pada gelombang sinar tampak,

dengan begitu sinar infra merah tidak dapat dilihat secara kasat mata, namun sinar infra merah dapat dirasakan [7].

Desain utama *non-contact thermometer* terdiri dari lensa pemfokusan energi infra merah pada detektor, dapat mengubah energi menjadi sinyal elektrik yang bisa ditunjukkan dalam unit temperatur setelah disesuaikan dengan variasi temperatur lingkungan. Konfigurasi fasilitas pengukur suhu ini bekerja dari jarak tertentu tanpa menyentuh objek. Dengan demikian, *non-contact thermometer* berguna mengukur suhu pada keadaan termokopel atau sensor tipe lainnya tidak dapat digunakan atau tidak menghasilkan suhu yang akurat untuk beberapa keperluan pengukuran [5].

### **2.2.2 Infra Merah**

Infra merah merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Dari bahasa latin infra, artinya “bawah” dan merah merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa atau dideteksi.

Sinar infra merah dihasilkan oleh getaran atom-atom dalam suatu molekul. Telah diketahui bahwa benda panas akibat aktivitas (getaran) atomik dan molekuler di dalamnya dianggap memancarkan gelombang panas dalam bentuk sinar infra merah. Oleh karena itu, sinar

infra merah sering disebut radiasi panas. Getaran atom dalam suatu molekul akan memancarkan gelombang elektromagnetik pada frekuensi-frekuensi yang khas dalam daerah infra merah [8]. Adapun karakteristik dari *infrared* atau infra merah yaitu sebagai berikut:

1. Tidak dapat dilihat oleh manusia.
2. Tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang.
3. Panjang gelombang pada *infrared* memiliki hubungan yang berlawanan atau berbanding terbalik dengan suhu. Ketika suhu mengalami kenaikan, maka panjang gelombang mengalami penurunan.

### 2.2.3 Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dengan memanfaatkan radiasi gelombang infra merah. Sensor ini didesain khusus untuk mendeteksi energi radiasi infra merah dan secara otomatis telah didesain sehingga dapat mengalibrasikan energi radiasi infra merah menjadi skala temperatur. MLX90614 terdiri dari detektor *thermopile* infra merah dan *signal conditioning* yang digunakan untuk memproses keluaran dari sensor infra merah. Pada *thermopile* terdiri dari layer-layer atau membran yang terbuat dari silikon dan mengandung banyak sekali termokopel sehingga radiasi infra merah pada sensor ini berfungsi sebagai pendeteksi intensitas radiasi infra merah yang dipancarkan objek/benda uji [9].



**Gambar 2.1** Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 dapat langsung digunakan dengan Arduino Nano V3 dengan komunikasi I2C, sensor ini merupakan sensor tanpa kontak, kita dapat langsung mendapatkan informasi tentang suhu suatu objek tanpa harus melakukan kontak terhadap sensor tersebut. Resolusi dan keakuratan sensor ini sangat tinggi dan minim *noise* karena 17-bit ADC yang terdapat di dalamnya [10].

Sensor MLX90614 dapat mendeteksi suhu tanpa perlu melakukan kontak terhadap benda uji. Sensor ini memberikan pembacaan rata-rata suhu dari semua objek yang ter-*cover* oleh *view* dari sensor, sehingga tidak mutlak bila digunakan sebagai referensi untuk suatu objek secara utuh. Berikut fitur lengkap dari sensor MLX90614:

1. Ukuran kecil dan hemat biaya
2. Mudah untuk menginteraksikan
3. Kalibrasi pabrikan dengan rentang suhu:
  - a. -40 sampai +85°C untuk sensor suhu
  - b. -70 sampai +380°C untuk sensor objek
4. Tingkat akurasi 0,5°C
5. Resolusi pengukuran 0,02°C

## 2.2.4 Transistor

Transistor adalah komponen elektronika multi terminal, memiliki 3 terminal, basis, kolektor, emiter. Ada dua jenis transistor yaitu PNP dan NPN seperti terlihat Gambar 2.2:



**Gambar 2.2** Lambang Transistor NPN dan PNP

Sambungan (*junction*) transistor NPN dan PNP terlihat pada Gambar 2.3

[11]:



**Gambar 2.3** Sambungan Transistor NPN dan PNP

### 1. Transistor NPN

Prinsip kerja dari transistor NPN adalah arus akan mengalir dari kolektor ke emiter jika basisnya dihubungkan ke sumber tegangan. Arus yang mengalir dari basis harus lebih kecil daripada arus yang mengalir dari kolektor ke emiter, oleh sebab itu maka ada baiknya jika pada pin basis dipasang sebuah resistor.

### 2. Transistor PNP

Prinsip kerja dari transistor PNP adalah arus akan mengalir dari emiter menuju ke kolektor jika pada pin basis dihubungkan ke *ground* (negatif). Arus yang mengalir ke basis harus lebih kecil daripada arus

yang mengalir dari emitor ke kolektor, oleh sebab itu maka ada baiknya jika pada pin basis dipasang sebuah resistor.

### 2.2.5 Arduino Nano V3

Arduino merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat open *source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller* [12].

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech [12].

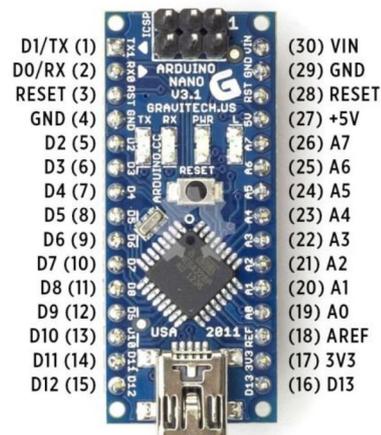


**Gambar 2.4** Arduino Nano

Konfigurasi pin Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin *ground* untuk catu daya digital.
3. AREF merupakan referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.
4. RESET merupakan Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino
5. Serial RX (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.
7. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. *Output PWM 8-Bit* merupakan pin yang berfungsi untuk *analogWrite()*.

9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang di set bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin di set bernilai LOW maka LED padam. LED tersedia secara *built-in* pada papan Arduino Nano.
11. *Input* Analog (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi *analogReference()*.



**Gambar 2.5** Konfigurasi Pin *Layout* Arduino Nano

Berikut ini adalah spesifikasi yang dimiliki oleh Arduino Nano:

1. Mikrokontroler Atmel ATmega168 atau ATmega328
2. 5 V Tegangan Operasi
3. 7-12 VInput (disarankan)
4. 6-20 VInput (limit)
5. Pin Digital I/O 14 (6 pin digunakan sebagai *output* PWM)
6. 8 Pin *Input* Analog
7. 40 mA Arus DC per pin I/O

8. *Flash Memory* 16 KB (ATmega168) atau 32 KB (ATmega328) 2 KB digunakan oleh *Bootloader*
9. 1 KB SRAM (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)
10. 512 *Byte* EEPROM (ATmega168) atau 1 KB (ATmega328)
11. 16 MHz *Clock Speed*
12. Ukuran 1,85 cm x 4,3 cm

### **2.2.6 Arduino *Integrated Development Environment* (IDE)**

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa *processing* yang mirip dengan bahasa “C” dan “java”. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *bootloader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler. Untuk membuat program Arduino dan meng-*upload* ke dalam *board* Arduino, dibutuhkan *software* Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) [13].

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan pemrograman aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi, *upload* hasil kompilasi dan uji coba secara terminal serial [14].

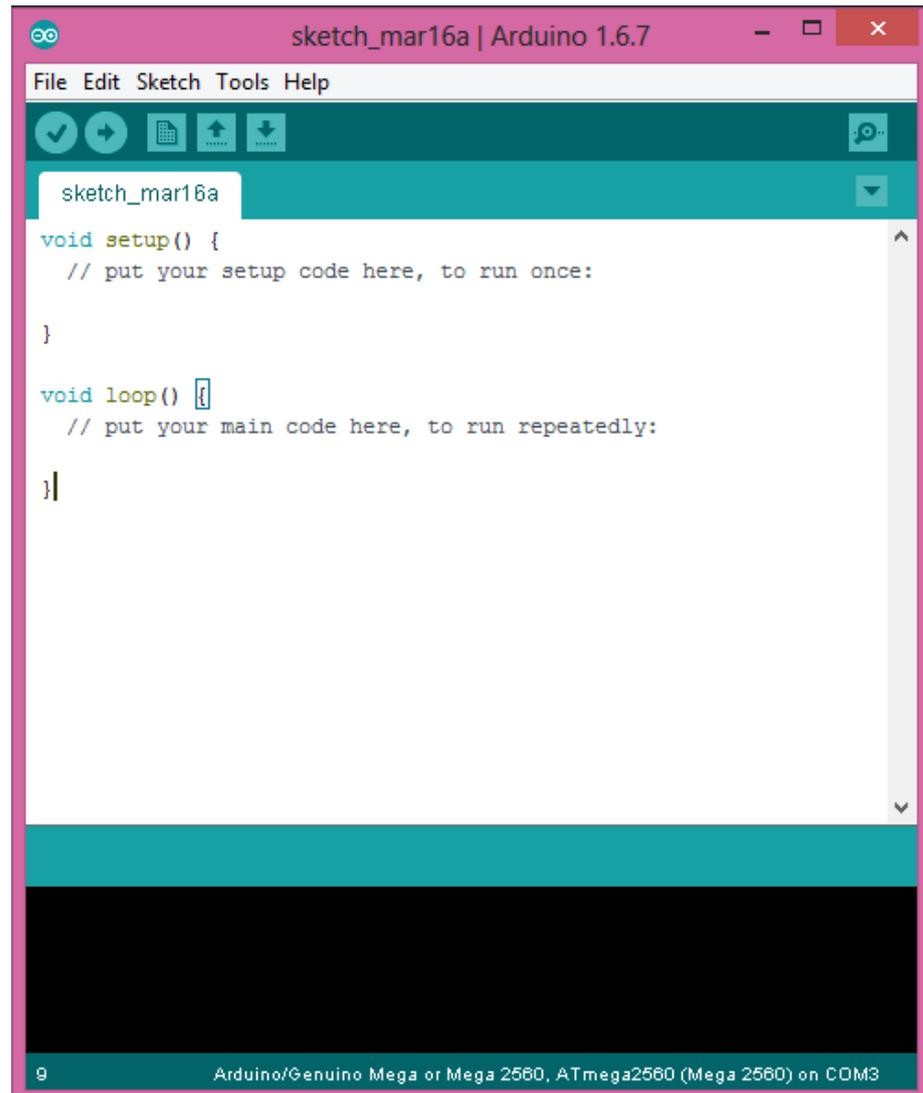
Perangkat lunak ini berupa algoritme kerja dari suatu alat yang berbentuk *listing* program yang ditanamkan ke dalam mikrokontroler. Arduino IDE menghasilkan sebuah *file* berformat hex yang akan di *download* pada papan Arduino atau papan sistem mikrokontroler lainnya [10].



**Gambar 2.6** Arduino IDE

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino IDE disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam *file* dengan ekstensi "*ino*". Teks editor pada Arduino IDE memiliki fitur-fitur seperti *cutting/paste* dan *searching/replacing* sehingga memudahkan pengguna dalam menulis kode program.

Instruksi pada perangkat lunak Arduino IDE relatif cukup banyak dan mudah digunakan. *Sketch* yang dibuat di *Arduino Software* di-*compile* dengan perintah *verify*. *Verify* bertujuan untuk memeriksa apakah *sketch* yang telah kita buat terdapat kesalahan atau tidak [10].



**Gambar 2.7** Tampilan Awal Arduino IDE

Gambar 2.7 merupakan tampilan awal dari Arduino IDE yang berjalan pada operasi sistem windows. *Source code* yang telah dibuat kemudian diubah oleh *compiler* menjadi bahasa mesin yang dimengerti oleh mikrokontroler. Bahasa mesin tersebut terdapat pada *file* dengan bentuk format “.cpp” , “.hex” yang kemudian program tersebut dikirim ke dalam *board* Arduino langsung dengan perintah *upload* [10].

Pada Software Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *software* Arduino IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM Ports* yang digunakan. Adapun ikon-ikon pada tampilan Arduino sebagai berikut:

1. *Verify* 

Berfungsi untuk melakukan *checking* kode yang telah dibuat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum

2. *Upload* 

Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang telah dibuat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh Arduino.

3. *New* 

Berfungsi untuk membuat *sketch* baru

4. *Open* 

Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah dibuat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar *upload* ulang ke Arduino.

5. *Save* 

Berfungsi untuk menyimpan *sketch* yang telah dibuat.

6. *Serial Monitor* 

Berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor di sini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara Arduino dengan *sketch* pada *port* serialnya. Serial Monitor ini sangat berguna sekali ketika ingin membuat program atau melakukan *debugging* tanpa menggunakan LCD pada Arduino. Serial monitor ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan *error*.

### 2.2.7 Presisi dan Akurasi

Dengan istilah akurasi, dimaksudkan derajat pemenuhan terhadap pengukuran standar, yaitu yang mana menjangkau pengukuran aktual mendekati ukuran standar (tepat sasaran). Akurasi mengukur ketepatan dan kemiripan hasil pada waktu yang sama dengan membandingkannya terhadap nilai absolut. Oleh karena itu, semakin mendekati ukurannya, semakin tinggi level akurasi. Hal itu tergantung secara utama pada caranya data dikumpulkan [15].

Untuk mendapatkan akurasi yang baik digunakan persamaan berikut [16]:

$$Akurasi = 100\% \left(1 - \frac{Bias+5\sigma}{X_{Benar}}\right) \quad (2.1)$$

$$Bias = X_{Benar} - \bar{X} \quad (2.2)$$

Presisi menggambarkan keseragaman dan pengulangan pada pengukuran. Presisi merupakan derajat keunggulan, pada performa dari suatu operasi atau teknik yang digunakan untuk mendapatkan hasil. Presisi mengukur tingkat yang mana hasilnya mendekati satu sama lain, yaitu ketika pengukuran berkerumun bersama-sama. Oleh karena itu, semakin tinggi level presisi semakin kecil variasi antar pengukuran. Contohnya presisi adalah ketika satu titik yang sama ditembak, lagi dan lagi, yang mana titik yang tepat bukan hal yang penting [15]. Untuk mendapatkan presisi yang tinggi digunakan persamaan sebagai berikut [16]:

$$Presisi = 100\% \left(1 - \frac{5\sigma}{\bar{X}}\right) \quad (2.3)$$

Dimana:  $\sigma$  = standar deviasi

$\bar{X}$  = nilai rata-rata

$X_{Benar}$  = nilai sebenarnya