Menguasai

Pemrograman Mikrokontroler



Prof. Dr. Ir. Widodo Budiharto, S.Si., M.Kom., IPM., SMIEEE

BINUS University

2021

Bab 1. Pengenalan Mikrokontroler

Tujuan Instruksional Umum: Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat memahami prinsip dasar mikrokontroler dan salah satu penerapannya pada robot

Tujuan instruksional Khusus:

- Pembaca mengenal fungsi dari mikrokontroler
- Pembaca dapat menjelaskan dasar mikrokontroler pada Robot.

1.1 Dasar Mikrokontroler dan Robot

Kata robot sudah tidak asing lagi di dengar oleh kita. Kata robot berasal dari Czech, aslinya *robota* yang berarti bekerja. Kata robot sendiri diperkenalkan ke publik oleh Karel Čapek pada saat mementaskan RUR (Rossum's Universal Robots) pada tahun 1921. Robot merupakan bidang yang menarik untuk dipelajari oleh pelajar dan penghobi. Hal ini karena kita dapat berkreasi apa saja sesuai keinginan kita. Pada bab ini, akan dijelaskan secara detail bagaimana membuat robot penjejak garis (*line follower*) dengan biaya yang murah, komponen yang mudah diperoleh, dan bisa dikerjakan oleh pelajar SD/SMP/SMA dan penghobi karena hanya menggunakan transistor, IC (*integrated circuit*) dan sensor cahaya sebagai komponen utama. **Mikroprosesor adalah sebuah chip (kumpulan rangkaian elektronika digital canggih dalam 1 keping) yang bersungsi sebagi pengontrol utama suatu sistem. Sedangkan Mikrokontroler(misalnya chip utama pada Arduino UNO) merupakan gabungan dari mikroprosesor beserta unit pendukung lain seperti RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory), Perangkat I/O, timer dan lainnya. Mikrokontroler yang sering dipakai saat ini adalah Mikokontroler AVR, PIC dan Basic Stamp. Mikrokoprosesor pertama kali yang dikenal adalah buatan Intel berseri 4004 untuk digunakan pada kalkulator seperti pada gambar 1.1.**



Gambar 1.1 Mikroprosesor Intel 4004 pada tahun 1971 dengan penggunaan pada kalkulator

Robot yang komplek membutuhkan kemampuan mikrokontroler/mikroprosesor yang memadai. Salah satu board mikrokontroler yang terkenal saat ini adalah Arduino Uno dan Arduino Mega 2560 cocok buat belajar robot. Kemampuan prosesor/mikrokontroler yang penting antara lain ialah kecepatan, memori dan fasilitas I/O, oleh karena itu sesuaikan kebutuhan dengan kemampuan prosesor yang ada. Gambar di bawah merupakan blok diagram robot standar yang dapat dibangun oleh pemula menggunakan berbagai jenis mikrokontroler serta berbagai kit pendukung seperti modul sensor garis, sensor jarak dan kamera seperti ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Rancangan Robot cerdas yang umum (hak cipta penulis)

Pada gambar di atas, intinya Anda dapat menggunakan berbagai mikroprosesor/mikrokontroler untuk membuat robot tersebut secerdas mungkin. Anda dapat menggunakan unit pengontrol standar yang umum beredar seperti Raspberry Pi, Arduino, AVR, Basic Stamp 2, dan Arm Cortex dengan kemampuan luar biasa. Semua input yang diterima oleh sensor akan diolah oleh mikrokontroler. Lalu melalui program yang telah kita buat, mikroprosesor/mikrokontroler akan melakukan aksi ke aktuator seperti lengan robot atau roda dan kaki robot. Teknologi wireless ESP8266 dan LoRa (Long Range), serta Bluetooth yang digunakan diatas untuk keperluan jika robot dapat mentransmisikan data atau menerima perintah secara jarak jauh. Sedangkan PC/Laptop digunakan untuk program uatama dan melakukan proses komputasi data/images kecepatan tinggi, karena tidak mampu dilakukan oleh mikrokontroler standar. Untuk memberikan catu daya pada robot, dapat digunakan baterai, aki atau solar cell. Untuk keperluan percobaan, dapat digunakan mikrokontroler standar sebagai pengendali utama robot seperti gambar di bawah ini menggunakan Arduino Mega AVR 2560 seperti pada gambar 1.3:



Gambar 1.3 Single chip solution untuk robot berbasis Arduino Mega 2560 untuk mengendalikan sensor jarak, Bluetooth HC-05 yang sangat simple melalui komunikasi serial, sensor garis infrared, CMUCam dan motor/servo

Jika perlengkapan berbasis mikrokontroler/mikroprosesor untuk dibuat robot sudah ada, maka secara teori, rancangan robot beroda seperti gambar 1.4 :



Gambar 1.4 Model pemasangan robot beroda yang umum.

Latihan:

Jelaskan dasar fungsi dari transistor. Transistor bipolar biasanya digunakan sebagai saklar elektronik dan penguat pada rangkaian elektronika digital. Transistor memiliki 3 terminal. Transistor biasanya dibuat dari bahan silikon atau germanium. Tiga kaki yang berlainan membentuk transistor bipolar adalah emitor, basis dan kolektor. Mereka dapat dikombinasikan menjadi jenis N-P-N atau P-N-P yang menjadi satu sebagai tiga kaki transistor. Gambar di bawah memperlihatkan berbagai bentuk transitor:



Gambar 1.5 Berbagai transitor NPN dan PNP

- 1. Jelaskan dan telusuri mengenai mikrokontroler AVR dan PIC serta Basic Stamp.
- 2. Buatlah rangkaian catu daya 5V, 12V menggunakan PCB IC Bolong, IC regulator tegangan positif 7805 dan 7812, keping pendingin (*heatsink*) untuk IC 7805 dan 7812, boks power supply, Trafo 1A, Kapasitor elco 2200uF/50V, kapasitor 100N (nano), Kapasitor elco 10uF/25V 2 buah, resitor, LED Merah dan Hijau, serta Dioda penyearah 3A. Anda diminta berkreasi dan berinovasi serta menelusuri berbagai contoh rangkaian yang ada di Internet, berikut contohnya (Paket kit mentah ini juga dapat dipesan ke penulis melalui email/WA dengan nama Kit Power Supply 5V dan 12 V Teregulasi). Setelah jadi dirakit, ukur tegangan keluaran 5V dan 12 V dengan multitester serta catat akurasi tegangan keluaran dari rangkaian yang Anda telah rakit.



Gambar 1.6 Rangkaian catu daya teregulasi

Bab 2. Pengenalan Mikrokontroler Arduino

Tujuan Instruksional Umum: Setelah mempelajari bab ini, pembaca dapat memahami prinsip dasar pemrograman Arduino dan mencoba beberapa contoh sederhana.

Tujuan instruksional Khusus:

- Pembaca mengenal berbagai tipe Arduino yang umum digunakan
- Pembaca dapat memprogram Arduino untuk input/output dan kendali
- Pembaca dapat menggunakan berbagai modul sensor standar untuk eksperimen dan mengembangkan sistem robot sederhana.

2.1 Berbagai Tipe Arduino

Arduino adalah produk terkenal berbasis mikrokontroler Atmel yang disertai software pendukung untuk melakukan pemograman dan pengembangan sistem digital dan sistem cerdas, Internet of Things (IoT) dan robotika. Arduino menggunakan mikrokontroler Atmel Atmega328P dan memiliki I/O onboard dan fitur yang memadai untuk pengembangan sistem sekala kecil. Arduino merupakan perangkat mikrokontroler yang dapat kita program untuk memproses input dan output dari komponen eksternal yang kita hubungkan dengan Arduino tersebut. Chip Atmega328P ini memiliki 14 digital pin input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power tersebut dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai menggunakannya seperti ditunjukkan pada gambar 2.1:



Gambar 2.1 Posisi power, pin digital dan analog dan Input/output (I/O) dari board Arduino

Adapun penjelasan tiap nomor di atas adalah:

- 1. Reset Button., ntuk restart program.
- 2. AREF. Referensi tegangan analog.
- 3. Ground Pin.
- 4. Digital Input/Output. Pin 0-13 untuk I/O digital.
- 5. PWM.

UNO.

- 6. USB Connection. untuk kabel programmer USB.
- 7. TX/RX. Kirim/terima data.
- 8. ATmega328P.
- 9. Power LED Indicator.
- 10. Voltage Regulator.
- 11. DC Power Barrel Jack.
- 12. 3.3V Pin.
- 13. 5V Pin. Menyediakan tegangan 5V.
- 14. Ground Pin.
- 15. Analog Pin. Kelebihan mikrokontroler AVR ini adalah sudah adanya ADC, sehingga bisa menerima input analog di pin A0-A5.

Arduino UNO versi 3 yang baru memiliki kelebihan dengan ditambahkan pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang ditempatkan dekat dengan pin RESET. Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. Mikrokontroler yang ada pada Arduino UNO menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip ATmega16U2 yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual di Devais komputer untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer.

Arduino IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Developtment Enviroenment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan program. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman seperti ditunjukkan pada gambar 2.2:



Gambar 2.2 Arduino IDE Compiler

Gambar 2.3 berikut menampilkan berbagai jenis Arduino yang umum digunakan oleh para pemula dan praktisi.









Gambar 2.3 Berbgai pilihan Arduino

a. Memrogram Arduino

Untuk memrrogram Arduino, berikut langkah-langkahnya:

 Siapkan beberapa kabel jumper male to male, male to female, female to female, resistor 100ohm, lampu LED aneka warna, potensiometer 5K dan protoboard untuk ujicoba 2. Unduh Arduino IDE Compiler di https://www.arduino.cc/en/Main/Software, dan pilih Arduino IDE 1.8.10 untuk system Operasi Windows seperti gambar 2.4:



Gambar 2.4 Mengunduh program Arduino IDE Compiler untuk Windows

- 3. Pasang Arduino UNO dengan kabel USB ke Laptop/PC Anda.
- 4. Install program yang telah diunduh dan jalankan Aplikasi tersebut, pada menu Files, pilih Examples | 01. Basics | Blink untuk mencoba mengisi dan menjalankan program kelap kelip di pin output 13. Fungsi void loop() { } adalah tempat dimana kode akan berulang dieksekusi/pengulangan (looping).
- 5. Klik button panah ke kanan untuk upload kode Anda ke Arduino, atau klik ctrl +U seperti gambar 2.5:



Gambar 2.5 Demo program kelap kelip lampu LED di board Arduino

6. Dalam beberapa saat, program akan terisi ke Arduino dan lampu kelap kelip LED akan aktif dengan delay 1 detik (1000 milidetik). Selanjutnya coba ubah kode delay menjadi 300 (300 milidetik). Jika terjadi perubahan delay kelap-kelip, SELAMAT, Anda sudah bisa memrogram Arduino dan dapat lanjut ke tahap belajar berikutnya. Misalnya, Anda harus belajar memasang komponen dasar pada pin 13 Arduino seperti gambar 2.6. Jalankan program yang sudah Anda buat sebelumnya dan lihat hasilnya.



Gambar 2.6 Memasang resistor pembatas arus dan LED untuk mencoba program kelap kelip

b. Memrogram Berbagai Modul dan Sensor

Arduino adalah perangkat pengembangan system tertanam(embedded system) termudah di dunia, salah satunya karena sudah disediakan berbagai contoh kode program untuk digunakan pengguna serta bahasa pemrogramannya yang sangat mudah. Untuk memelajari pemrograman lanjutan, ada harus memiliki dan mencoba berbagai modul hingga 30 modul diantaranya:

- 1. Modul sensor garis
- 2. Sensor asap
- 3. Sensor joystick
- 4. Sensor Gas
- 5. Modul sensor api
- 6. Modul sensor jarak infrared
- 7. Modul sensor jarak Ultrasonik
- 8. Display LCD
- 9. Sensor kelembaban
- 10. Modul WiFI ESP8266
- 11. Modul kendali driver motor DC dan stepper

Berikut gambaran berbagai modul yang dapat Anda miliki dengan mudah, dimana nama paket yang saya sediakan adalah "**Paket Belajar Arduino V3**".



Gambar 2.7 Contoh berbagai modul yang dapat dipasangkan pada Arduino dan Raspberry Pi.

Sebagai contoh, kita gunakan sensor garis untuk membuat robot line follower yang sangat terkenal, biasa dikenal dengan sensor garis KY-033, pasang rangkaian dengan kabel jumper dengan warna yang sesuai dimana sensor membutuhkan tegangan 5V, Ground dan Luaran sensor bersimbol S dihubungkan ke pin analog A5:



Gambar 2.8 Contoh rangkaian sensor garis pada Arduino untuk mendeteksi perbedaan warna hitam/putih

Masukkan kode berikut ke Arduino, lalu gunakan lakban hitam dan lantai putih untuk melihat perbedaan luaran dari sensor. Jika telah jalan, gunakan 2 sensor ini untuk Anda kembangkan menjadi robot line follower. Pengecekan kondisi dapat menggunakan if then else yang lebih komplek, untuk lebih lanjut memahami logika pengecekan kondisi ini Anda harus memelajari pemrograman lebih lanjut secara mandiri.

SensorGaris.ino:

```
//Demo Sensor Garis
int WhiteLed = 2; //LED dipasang di pin 2
int Sensor = A5; //out sensor dipasang di A5
int sensorValue = 0;
void setup () {
 pinMode (WhiteLed, OUTPUT);
 Serial.begin (9600);
}
void loop () {
 sensorValue = analogRead (Sensor);
 if (sensorValue < 50\&\& sensorValue < 500)
 {
 digitalWrite (WhiteLed, HIGH);
 Serial.println (sensorValue, DEC);
 }
 else (sensorValue > 500&& sensorValue > 1023);
 {
 digitalWrite (WhiteLed, LOW);
 Serial.println (sensorValue, DEC);
 }
}
```

Contoh lain ialah penerapan modul joystick pada Arduino sebagai dasar prinsip pengontrolan yang dapat digunakan pada game atau kursi roda listrik, dimana terdapat rangkaian resistor yang sebagai pembagi tegangan yang diberikan ke input analog pada Arduino, dengan besaran standar adalah seperti berikut:



Gambar 2.9 Prinsip kerja joystick yang mengeluarkan nilai tegangan analog sesuai posisi joystick

Rangkaian joystick ke Arduino ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.10 Penerapan modul joystick PS2 pada Arduino

Berikut kode demo joystick yang dapat Anda gunakan:

JoystickStimple.ino:

```
//Demo Program Joystick 2020
int Xin= A0; // X Input Pin
int Yin = A1; // Y Input Pin
int KEYin = 3; // Push Button
void setup () {
 pinMode (KEYin, INPUT);
 Serial.begin (9600);
}
void loop () {
 int xVal, yVal, buttonVal;
 xVal = analogRead (Xin);
 yVal = analogRead (Yin);
 buttonVal = digitalRead (KEYin);
 Serial.print("X = ");
 Serial.println (xVal, DEC);
 Serial.print ("Y = ");
 Serial.println (yVal, DEC);
 Serial.print("Button ");
 if (buttonVal == HIGH)
  Serial.println ("tidak ditekan");
 }
 else{
  Serial.println ("ditekan");
 }
 delay (500);
}
```

Isi dan jalankan program di atas, lalu lihat pada menu **Tools** | **serial Monitor**.

X=0 Y=1023 Button tidak ditekan

Latihan:

1. Buat program untuk membaca input digital dengan rangkaian seperti gambar 2.11:





Gambar 2.11 Susuan kaki untuk percobaan input digital

DigitalRead.ino:

// Membaca input digital pada pin 2, dan dikirim ke Serial Monitor
int pushButton = 2;

void setup() {

```
// initialize serial communication at 9600 bits per second:
Serial.begin(9600);
// make the pushbutton's pin an input:
pinMode(pushButton, INPUT);
}
void loop() {
// baca input pin:
int buttonState = digitalRead(pushButton);
// print out the state of the button:
Serial.println(buttonState);
delay(1);
}
```

- 2. Buat sistem pendeteksi gas Bocor LPG menggunakan sensor Gas, jika terdeteksi gas maka akan mengaktifkan buzzer serta adanya lampu LED berkedip.
- Buatlah Sistem pendeteksi kebocoran Gas/Kebarakan menggunakan sensor asap serta ada display Parallax serial LCD 2x16 yang lengkap dengan fitur piezzospeaker sehingga bisa memainkan musik, berikut contohnya:



Gambar 2.12 Parallax serial LCD dengan piezzospeaker dan 1 sumber input.

DeteksiGasLCD.ino:

//Program pendeteksi kebocoran Gas/Kebakaran // Hak Cipta Prof. Dr. Widodo Budiharto 2021

const int TxPin = 3; //ke input LCD
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial = SoftwareSerial(255, TxPin);

```
void setup() {
 Serial.begin(9600);
 pinMode(TxPin, OUTPUT);
 digitalWrite(TxPin, HIGH);
 mySerial.begin(9600);
 delay(100);
 mySerial.write(12);
                              // Clear
 mySerial.write(17);
                              // hidupkan backlight
 delay(5);
 mySerial.print("
                    SMART "); // baris pertama
 mySerial.write(13);
                             // Form feed
 mySerial.print(" DETECTOR V.2"); // Second line
 mySerial.write(212);
                              // Quarter note
 mySerial.write(220);
                              // A tone
 delay(1000);
                           // Wait 1/2 second
```

}

```
void loop() {
 // read the input on analog pin 0:
 int sensorValue = analogRead(A0);//sensor gas
 Serial.println(sensorValue);
 delay(1);
               // delay in between reads for stability
 if (sensorValue >40)
 {
 mySerial.write(12);
                               // Clear
 mySerial.write(17);
                               // Turn backlight on
 delay(5);
 mySerial.print("Gas Bocor"); // First line
 mySerial.write(13);
                              // Form feed
 mySerial.print("/Kebakaran"); // Second line
 mySerial.write(212);
                               // Ouarter note
 mySerial.write(220);
                                // A tone
                           // Wait 0.3 second
 delay(300);
 if (sensorValue <40)
 {
 }
 }
```

4. Buatlah sistem deteksi suhu otomatis dan pengukur kualitas udara untuk kasus Pandemi Covid-19, menggunakan IR Thermomoeter dan penampil suhu digital seperti ditunjukkan pada gambar di bawah:



Gambar 2.13 Blok diagram sistem pendeteksi suhu otomatis dan kualitas udara.



Gambar 2.14 Hasil alat yang dibuat.

LAMPIRAN

Berbagai modul pendukung Pemrograman Mikrokontroler Arduino

1. Modul relay

Berfungsi untuk penyambung/pemutus arus, input dari luaran Arduino



Contoh aplikasi

2. Modul Absensi Digital dengan RFID dan kartu PN532



Ethernet shield digunakan untuk koneksi ke jaringan komputer



Contoh aplikasi

Informasi Order

WA: 08569887384