

## PEMBELAJARAN *EMBEDDED SYSTEM* BERBASIS PROYEK MENGUNAKAN ARDUINO MEGA2560

**Arief Budijanto<sup>\*</sup>, Achmad Shoim**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika Surabaya  
Jl. Sutorejo Prima Utara II No.1, Surabaya 60113

<sup>\*</sup>Email: ariefbudijanto@widyakartika.ac.id

### Abstrak

*Makalah ini membahastentang model pembelajaran matakuliah embedded system berbasis proyek yang dilaksanakakan di Universitas Widya Kartika. Materi proyek berupa penerapan Arduino Mega2560 untuk mengukur suhu menggunakan sensor NTC (Negatif Temperatur Coeficient), sensor suhu terintegrasi LM35 yang mempunyai sensitifitas 10mV/°C, dan sensor suhu dengan output digital DS18B20. Proyek yang dilaksanakan oleh mahasiswa dilakukan dengan tahapan studi literatur, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, simulasi dan implementasi dalam bentup protoipe. Dalam implementasinya perancangan perangkat keras dilakukan dengan bantuan perangkat lunak PROTEUS sedangkan perangkat lunak (Arduinosketch) dirancang dengan perangkat lunak IDE Arduino. Kemudian dilakukan proses integrasi antara perangkat lunak dengan perangkat keras secara simulasi. Proses berikutnya dilakukan implementasi rangkaian elektronika digital yang sebenarnya dan dilakukan pengujian serta evaluasi.*

**Kata kunci:** *Arduino Mega2560, Embedded System, Modul Pembelajaran*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia pendidikan, Sistem Tertanam (*Embedded System*) merupakan salah satu mata kuliah yang cukup sulit untuk dipahami. Oleh karena itu perlu adanya peralatan pendukung yang berupa perangkat lunak dan perangkat keras yang dapat mempermudah pemahaman mahasiswa dalam menjalani proses pembelajaran *embedded system* dikelas maupun dilaboratorium untuk melakukan percobaan. Menurut penelitian (Luiz A. dkk, 2013), yang telah dilakukan tentang pembelajaran *embedded system* yang menggunakan perangkat lunak *open source* Fritzing dan *Arduino* untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam membuat perangkat keras dan perangkat lunak serta mengintegrasikannya menjadi satu kesatuan. Setelah dilakukan proses pembelajaran dengan cara ini selama 2 tahun, maka memberikan hasil umpan balik yang positif dari pada dilakukan pembelajaran dengan cara konvensional. Kemudian penelitian berikutnya dilakukan dengan metode pembelajaran *embedded system* berbasis proyek laboratorium yang difokuskan pada aplikasi pengaturan temperatur dengan kontrol *loop* tertutup. Dari hasil pembuatan proyek ini mahasiswa dituntut agar dapat mendeskripsikan dalam bentuk laporan terutlis dan memprentasikan dihadapan dosen pengampu matakuliah. Pemggunaan arduino sebagai alat bantu untuk pembelajara *embedded system* semakin banyak digunakan seperti hasil survey yang telah dilakukan melalui Google yang telah dijelaskan oleh Robert(2011).



**Gambar 1.** Google trends arduino, Parallax, mbed(Robert (2011))



**Gambar 2.** Metodologi Pembelajaran *Embedded System*

Sedangkan yang dilakukan oleh (Laštovička-Medin, G. dan Petrić M., 2015) adalah membangun laboratorium *embedded system* untuk menunjang pembelajaran prinsip dasar dari elektronika digital kepada mahasiswa dan ini merupakan sebagai permulaan untuk mengenalkan ke dalam dunia *embedded microcontroller*. Dari beberapa referensi diatas kami mencoba menerapkan perkuliahan *embedded system* di Universitas Widya Kartika berbasis proyek, yaitu dengan memberikan tugas tentang pengukuran suhu yang menggunakan sensor *NTC (Negative Temperatur Coeffiens)*, *LM35* dan *DS18B20*.

## 2. METODOLOGI

Metodologi Pembelajaran *Embedded System* berbasis proyek ditunjukkan pada gambar 2. yang terdiri dari :

### Ide Desain Aplikasi Embedded System

Ide desain aplikasi *embedded system* diusulkan oleh mahasiswa dan dosen pembimbing hanya memberikan masukan sebagai perbaikan jika ide yang diusulkan masih ada kekurangan.

### Desain Perangkat Keras

Membuat desain rangkaian *embedded system* yang berupa rangkaian elektronika digital menggunakan *Arduinosecara virtual* menggunakan perangkat lunak *Proteus Virtual Serial Port Emulator*.

### Desain Perangkat Lunak

Membuat *sketch (source code)* menggunakan *IDE Arduino* dan *Virtual Serial Port Emulator* jika dibutuhkan untuk komunikasi data serial secara virtual (VSPE).

### Integrasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Mengintegrasikan desain rangkaian elektronika digital yang dirancang menggunakan *PROTEUS* dengan *sketch* yang dirancang melalui *IDE Arduino*

### Pengujian dan Evaluasi

Melakukan pengujian dan mengevaluasi hasil dari integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak secara virtual.

### Implementasi

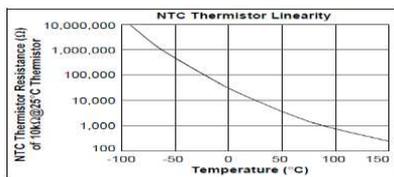
Proses implementasi disini adalah meralisasikan hasil desain secara virtual menjadi desain yang sebenarnya (*real design*), kemudian melakukan proses pengujian dan evaluasi dari hasil implementasi.

## 3. HASIL & PEMBAHASAN

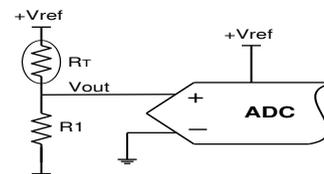
### 3.1 Pengukuran Suhu dengan Sensor *Thermistor*

*Thermistor* adalah resistor yang peka terhadap perubahan temperatur. Menurut penjelasan Bonnie(1999), ada dua tipe dasar *thermistor* yaitu *NTC (Negative Temperature Coefficient)* dan *Positive Temperature Coefficient (PTC)*. *Thermistor* jenis *NTC* paling cocok digunakan untuk pengukuran temperatur yang presisi. Sedangkan *PTC* paling cocok digunakan sebagai aplikasi saklar elektronik yang peka terhadap perubahan temperatur.

Karakteristik *NTC* diperlihatkan pada gambar 3, yaitu perubahan temperatur berbanding terbalik dengan perubahan nilai resistansinya.



Gambar 3. Karakteristik *NTC* (Bonnie, 1999)



Gambar 4. Penerapan Rangkaian Pengukuran Suhu dengan *NTC* (Bonnie, 1999)

Metode pengukuran temperatur dapat dilakukan sangat sederhana dan efektif yaitu menggunakan rangkaian pembagi tegangan seperti diperlihatkan pada gambar 4. Dimana output tegangan  $V_{out}$  diumpankan ke input *ADC (Analog to Digital Converter)*. Dari gambar 4. dapat

diturunkan persamaan (1) yang merupakan tegangan output (tegangan *drop*) yang menyimpang pada *NTC* (resistansi *NTC*)(<http://pdfserv.maximintegrated.com/en/an/AN1753.pdf>):

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_t + R_1} \times V_{ref} \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan output *ADC* yang merupakan konversi dari tegangan *analog* menjadi digital ditunjukkan pada persamaan (2).

$$ADC = \frac{V_{out}}{V_{ref}} \times 2^N \dots\dots\dots(2)$$

dimana *N* adalah resolusi *ADC*. Substitusi dari persamaan (1) dan (2) didapat persamaan output *ADC* :

$$ADC = \frac{R_1}{R_t + R_1} \times 2^N \dots\dots\dots(3)$$

Sehingga nilai *R<sub>t</sub>* (resistansi *NTC*) dapat dihitung dengan persamaan (4) :

$$R_t = R_1 \left( \frac{2^N}{ADC} - 1 \right) \dots\dots\dots(4)$$

Setelah nilai *R<sub>t</sub>* dihitung, suhu kemudian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan disediakan oleh vendor *thermistor*. Persamaan tersebut ditunjukkan dalam persamaan (5), yang dibuat untuk *thermistor NTC*.

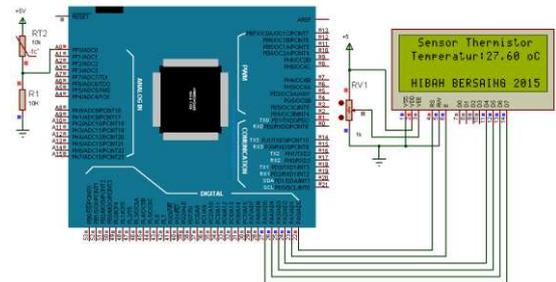
$$T(^{\circ}C) = [b_0 + b_1(\ln R_t) + b_3(\ln R_t)^3]^{-1} - 273.25 \dots\dots\dots(5)$$

Vendor *thermistor* akan memberikan nilai koefisien *b<sub>0</sub>*, *b<sub>1</sub>*, dan *b<sub>3</sub>*.

Pengujian sensor suhu dengan *thermistor (NTC)* dilakukan secara simulasi dan secara langsung (praktek) ditunjukkan pada gambar 5, 6 dan 7. Pengujian secara simulasi dilakukan untuk menguji *sketch (source code)* terjadi kesalahan logika atau tidak. Sedangkan secara langsung untuk menguji perangkat keras maupun *sketch (source code)*.

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <math.h>
LiquidCrystal lcd(22, 23, 24, 25, 26, 27);
#define LCD_WIDTH 20
#define LCD_HEIGHT 4
double Thermistor(float RawADC) {
double Temp;
Temp = log(10000.0 * ((1024.0 / RawADC) - 1));
Temp = 1 / (0.001129148
+ (0.000234125 + (0.0000000876741 * Temp *
Temp)) * Temp);
Temp = Temp - 273.15;
return Temp;
}
void setup() {
lcd.begin(LCD_WIDTH, LCD_HEIGHT, 1);
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print("Sensor Thermistor");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("Temperatur: ");
lcd.setCursor(18, 1);
lcd.print("oC");
lcd.setCursor(1, 4);
```

Gambar 5. *Sketch* Pengukuran Suhu dengan



Gambar 6. Simulasi Pengukuran Suhu dengan Sensor *NTC*

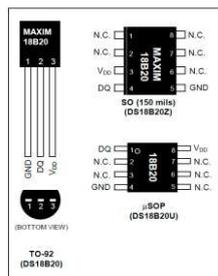


Gambar 7. Foto Implementasi Alat Pengukuran Suhu dengan Sensor *NTC*

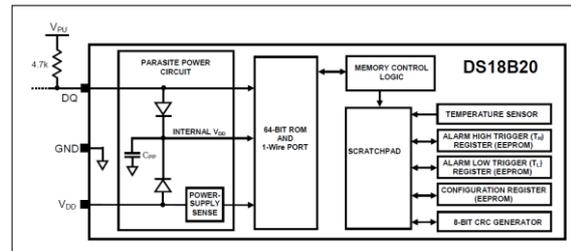


### 3.5 Pengukuran Suhu Dengan Sensor DS18B20

*DS18B20 Digital Thermometer* merupakan sensor temperatur yang dapat mengukur temperatur dengan resolusi 9-bit sampai dengan 12-bit derajat celcius. Komunikasi yang digunakan mengakses DS18B20 adalah komunikasi *1-Wire* bus yang hanya membutuhkan sebuah kabel data (dan sebuah *ground*). Sensor ini dapat beroperasi dari  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $+125^{\circ}\text{C}$  dan memiliki keakuratan sampai  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  pada range  $-10^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$ . Selain itu DS18B20 dapat memfungsikan catu daya langsung dari kabel data (*parasite power*), untuk menghilangkan kebutuhan power supply eksternal. Setiap DS18B20 memiliki kode serial yang unik 64-bit, sehingga dapat menggunakan lebih dari 1 DS18B20 dalam 1-Wire bus yang sama (Digital Thermometer Datasheet). Hal ini tentu membuat kontrol dari *microcontroller* menjadi lebih sederhana.



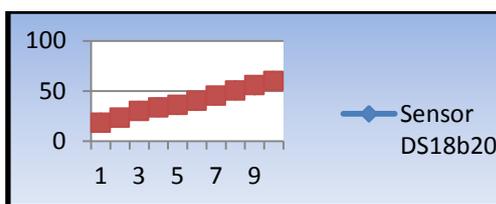
**Gambar 13. Konfigurasi Pin Sensor DS18B20**  
(<http://datasheets.maximintegrated.com/>)



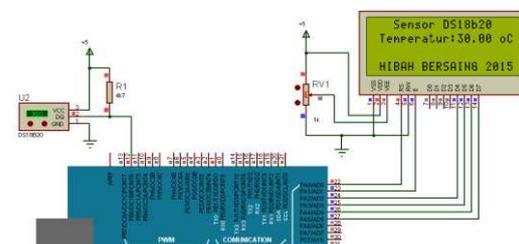
**Gambar 14. Diagram blok DS18B20**  
(<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>)

Diagram blok DS18B20 ditunjukkan pada gambar 14. Pada chip ini memiliki 64-bit ROM menyimpan serial code yang unik. Memori *scratchpad* berisi register temperatur sebesar 2-byte yang dapat menyimpan output digital dari sensor temperatur. Selain itu, *scratchpad* menyediakan akses ke alarm register pemicu 1-byte atas dan bawah (TH dan TL) dan konfigurasi register 1-byte. Register konfigurasi memungkinkan pengguna untuk mengatur resolusi konversi temperatur ke digital kedalam 9, 10, 11, atau 12 bit. TH, TL, dan register konfigurasi yang bersifat *nonvolatile* (EEPROM), sehingga memori ini akan tetap menyimpan data walaupun perangkat dimatikan.

Pengujian sensor temperatur DS18B20 dilakukan secara simulasi dan secara langsung (*praktek*) ditunjukkan pada gambar 15 dan 16. Pengujian secara simulasi dilakukan untuk menguji *source code* terjadi kesalahan logika atau tidak. Sedangkan secara langsung untuk menguji perangkat keras maupun perangkat lunaknya (*source code*).



**Gambar 16. Hasil Pengukuran Sensor Suhu DS18b20 VS Termometer Digital**



**Gambar 15. Simulasi Rangkaian Sensor DS18b20 Menggunakan**

```
#include <OneWire.h>#include <DallasTemperature.h>#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(22, 23, 24, 25, 26, 27);
#define LCD_WIDTH 20#define LCD_HEIGHT 4#define ONE_WIRE_BUS 12
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);DallasTemperature sensors(&oneWire);
void setup(void)
{Serial.begin(9600);Serial.println("Dallas Temperature IC Control Library Demo");
  lcd.begin(LCD_WIDTH, LCD_HEIGHT,1);lcd.setCursor(3,0);lcd.print("SensorDS18b20");lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("Temperatur: ");lcd.setCursor(18,1);lcd.print("oC");lcd.setCursor(1,4);
  lcd.print("HIBAH BERSAING 2015");sensors.begin();}
void loop(void)
{Serial.print("Requesting temperatures...");sensors.requestTemperatures();Serial.println("DONE");}
```

**Gambar 17. Sketch Pengukuran Suhu Dengan Sensor DS18b20**

#### 4. KESIMPULAN

Pembelajaran *embedded system* yang dilakukan dengan memberikan proyek kepada Mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan motorik mahasiswa dan sangat efektif untuk percepatan pembuatan prototipe suatu alat. Selain itu mengurangi resiko kerusakan chip microcontroller karena semua proses dilakukan secara *virtual* terlebih dahulu sebelum implementasi rangkaian digital yang sesungguhnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bonnie C. Baker,(1999), *Thermistors in Single Supply Temperature Sensing Circuits*, Application Note AN685, Microchip Technology Inc.
- Luiz A. Junior, Osvaldo T. Neto, Marli F. Hernandez, Paulo S. Martins, Leonardo L. Roger, Fatima A. Guerra, (2013), *A Low-Cost and Simple Arduino-Based Educational Robotics Kit*, Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC), December Edition, Vol. 3, Issue 12, pp.1-7
- Laštovička-Medin, G. and Petrić, M., (2015). *Embedded lab: Arduino projects in science lessons*. In *2015 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, IEEE, pp. 284-289.
- Robert Berger, (2011), *Arduino for Mere Mortals Part 2*, [https://www.eeweb.com/blog/robert\\_berger/arduino-for-mere-mortals-part-2](https://www.eeweb.com/blog/robert_berger/arduino-for-mere-mortals-part-2), diakses: 23 April 2016, jam 19.35.
- Application Note 1753, (2002), *A Simple Thermistor Interface to an ADC*. <http://pdfserv.maximintegrated.com/en/an/AN1753.pdf> diakses: 01 Mei 2016, jam 12.30
- National Data Acquisition Databook Datasheet*,(1999), National Semiconductor Co.
- Digital Thermometer Datasheet*, <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>, diakses: 02 Juni 2016, jam 19.35.