

## Implementasi Sistem Monitoring Deteksi Hujan dan Suhu Berbasis Sensor Secara Real Time

(Implementation of Rain Detection and Temperature Monitoring System Based on  
Real Time Sensor)

MUHAMAD YUSVIN MUSTAR, RAMA OKTA WIYAGI

### ABSTRACT

The aim of this research is to provide the design and implementation of a monitoring system which is able to detect rain and temperature based on real time sensor. This system focuses on the results of raindrop detection sensor as a rain detector and NTC thermistor as a temperature detector. Both of the sensors have an analog output. Therefore, they require an Analog Data Converter (ADC) to measure. Several tools are used to build this monitoring system, including microcontroller Arduino NANO for input sensor value readings, data processing and programming. Real Time Clock (RTC) is used to provide time information when the sensor works, as well as the telemetry as the wireless communication device. An interface based on Graphical User Interface (GUI) using JAVA as the monitoring software which can be operated on a PC or laptop. Based on the analysis and evaluation, this tool can detect rain and temperatures in real time.

**Keywords:** Monitoring System, Raindrop Sensor, NTC Thermistor, Telemetry, Arduino NANO, RTC

### PENDAHULUAN

Salah satu tren perkembangan teknologi saat ini adalah sistem pemantauan atau disebut dengan sistem monitoring. Hal tersebut tidak lepas dari kebutuhan para pengguna (*user*) baik secara khusus maupun secara umum atau luas. Sistem monitoring ini bertujuan untuk mengetahui atau mendapatkan sebuah informasi pada sebuah keadaan atau kondisi tertentu, sehingga dapat membantu tugas manusia dalam melakukan pemantauan atau monitoring, salah satunya adalah monitoring pendeteksian hujan dan suhu.

Untuk mendeteksi hujan dan suhu pada daerah atau lokasi tertentu, pengguna harus datang dan *stand by* pada daerah yang ingin dilakukan pemantauan. Pada umumnya alat yang digunakan untuk mendeteksi hujan dan suhu belum terintegrasi menjadi satu.

Mengacu pada kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan sebuah sistem monitoring pendeteksian hujan dan suhu berbasis sensor secara *real time*. Sebuah *raindrop* sensor digunakan untuk mendeteksi hujan, sedangkan untuk pendeteksian suhu menggunakan sensor

NTC Thermistor. Output kedua sensor diinputkan pada Arduino NANO yang digunakan sebagai sistem mikrokontroler. Untuk melengkapi informasi data pembacaan sensor mengenai jam, hari, bulan dan tahun digunakan komponen *real time clock* (RTC). Data-data yang telah diolah dan diproses pada mikrokontroler ditransmisikan melalui radio telemetry secara nirkabel, sehingga dapat dilakukan pemantauan dari jarak jauh. Sebuah antarmuka (*interface*) berbasis *graphical user interface* (GUI) berbasis JAVA dibuat dan digunakan sebagai media untuk menerima data dan melakukan memonitoring perangkat PC atau laptop. Sistem yang dibuat diharapkan dapat diimplementasikan secara riil, sehingga dapat membantu tugas manusia dalam melakukan monitoring, khususnya pendeteksian hujan dan suhu.

### TUJUAN PENELITIAN

Merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem monitoring pendeteksian hujan dan suhu berbasis sensor secara *real time*, dengan

mengaplikasikan telemetri sebagai media komunikasi data jarak jauh.

## LANDASAN TEORI

### 1. Sensor

Sensor adalah perangkat yang dapat mendeteksi atau mengukur kuantitas fisik (Sinclair, 2000), sedangkan definisi sensor sesuai dengan *Instrumen Society of America* adalah, sebuah perangkat yang dapat memberikan output untuk dapat digunakan sebagai respon terhadap besaran suatu ukur tertentu (Sharma et al., 2009). Pada penelitian ini, dua buah sensor digunakan sebagai alat pendeteksian diantaranya adalah *raindrop* sensor yang digunakan sebagai alat pendeteksian hujan dan NTC thermistor yang digunakan sebagai sensor pendeteksi suhu.

#### a. Raindrop Sensor

*Raindrop* sensor adalah sebuah alat yang dapat mendeteksi hujan atau adanya cuaca hujan yang berada di sekitarnya, sensor ini dapat digunakan sebagai *switch*, saat adanya tetesan air hujan yang jatuh melewati *raining board* yang terdapat pada sensor, selain itu *raindrop* sensor dapat juga digunakan untuk mengukur intensitas curah hujan (Sulastri, 2016; Katyal et al., 2016; Ünsal et al., 2016).

Output analog *raindrop* sensor digunakan untuk melakukan pendeteksian hujan, dengan kondisi nilai output sensor tinggi pada saat tidak mendeteksi hujan, sedangkan pada saat sensor mendeteksi hujan, nilai output sensor rendah. Gambar 1, memperlihatkan modul *raindrop* sensor (Katyal et al., 2016)

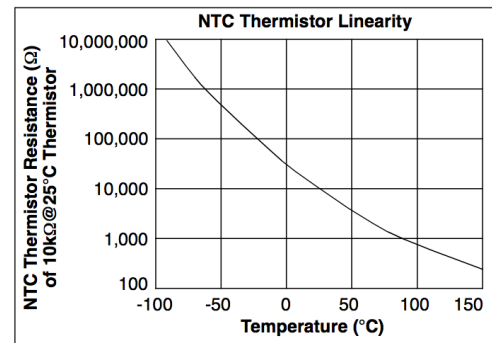


GAMBAR 1. Modul raindrop sensor

#### b. NTC Thermistor

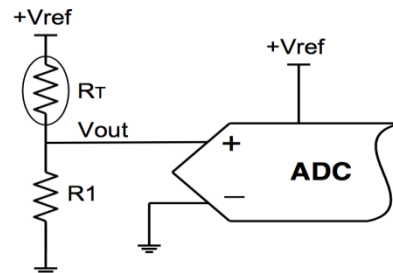
Thermistor adalah resistor yang peka terhadap perubahan temperatur, pada umumnya ada dua

tipe dasar thermistor yaitu NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Untuk tipe thermistor NTC paling cocok digunakan pada pengukuran temperatur yang presisi, sedangkan untuk tipe PTC paling cocok digunakan sebagai aplikasi saklar elektronik yang peka terhadap perubahan temperatur (Budijanto & Shoim, 2016). Dapat dilihat pada gambar 2, grafik resistansi thermistor NTC 10 kΩ *versus* suhu (Baker, 1999).



GAMBAR 2. Grafik resistansi thermistor NTC 10kΩ *versus* suhu

Untuk dapat mengukur temperatur thermistor, digunakan metode rangkaian pembagi tegangan seperti diperlihatkan pada gambar 3 (Budijanto & Shoim, 2016).



GAMBAR 3. Penerapan rangkaian pengukuran suhu dengan NTC

Seperti yang terlihat pada gambar 3, output tegangan di hubungkan ke input ADC (*Analog to Digital Converter*), dari kondisi tersebut dapat di turunkan persamaan (1) yang merupakan tegangan output (tegangan drop) yang menyimpang pada NTC (resistansi NTC), (Budijanto & Shoim, 2016).

$$V_T = \frac{R_1}{R_1 + R_T} \times V_{REF} \quad (1)$$

Sedangkan persamaan output ADC yang merupakan konversi dari tegangan analog menjadi digital dapat dilihat pada persamaan (2) berikut ini.

$$ADC = \frac{V_{out}}{V_{REF}} \times 2^N \quad (2)$$

Pada persamaan (2), N adalah resolusi ADC. Sehingga substitusi dari persamaan (1) dan (2) didapat persamaan (3) yang merupakan output ADC :

$$ADC = \frac{R1}{Rt+R1} \times 2^N \quad (3)$$

Sehingga nilai  $R_t$  (resistansi NTC) dapat dihitung dengan persamaan (4) berikut ini.

$$R_t = R1 \left( \frac{2^N}{ADC} - 1 \right) \quad (4)$$

Setelah nilai  $R_t$  dihitung, nilai suhu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang di sediakan oleh vendor thermistor. Persamaan tersebut ditunjukkan dalam persamaan (5), yang dibuat untuk thermistor tipe NTC, setiap vendor thermistor akan memberikan nilai koefisien  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_3$ .

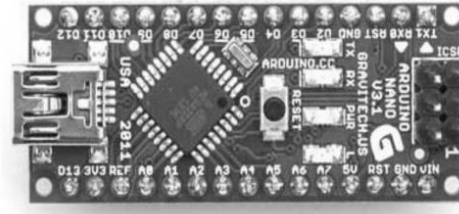
$$T(^{\circ}C) = [b_0 + b_1 (\ln RT) + b_3 (\ln RT)^3]^{-1} - 273.25 \quad (5)$$

Sensor suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe NTC thermistor 10K  $\pm$ 1% 3950, pemilihan tipe sensor ini tidak lepas dari ukurannya yang kecil yaitu 5 x 25 mm, serta anti air (*waterproof*).

## 2. Arduino NANO

Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform electronic open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan. Nama Arduino juga tidak hanya dipakai untuk menamai *board* rangkaiannya saja, tetapi juga untuk menamai bahasa dan *software* pemrogramannya atau IDE (*Integrated Development Environment*), (Mustar et al., 2014). Penelitian ini menggunakan tipe Arduino NANO berbasis mikrokontroler ATmega328. Untuk mengetahui spesifikasi lebih lengkap mengenai Arduino NANO secara detail bisa ke halaman web resmi Arduino NANO berikut ini “<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoard Nano>”.

Arduino Nano adalah papan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap serta dapat digunakan pada *breadboard*. Arduino Nano memiliki beberapa tipe mikrokontroler, diantaranya ATmega328 dan ATmega 168. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech. Arduino Nano dapat diberi daya melalui koneksi Mini-B USB, gambar 4 memperlihatkan Arduino NANO (Ram et al., 2016).



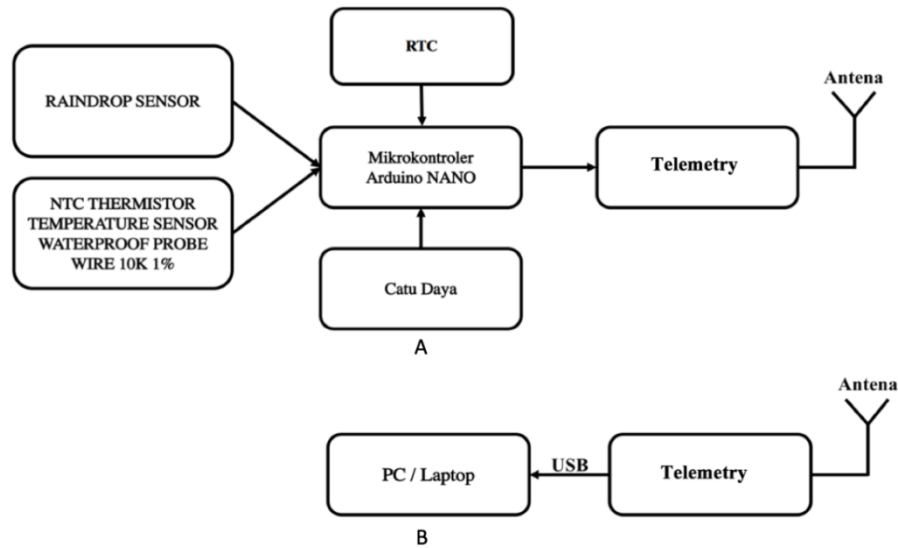
GAMBAR 4. Arduino NANO

## 3. Radio Telemetry

Radio telemetry yang digunakan pada penelitian ini menggunakan modul RCTimer Radio Telemetry Kit 433Mhz seperti yang terlihat pada gambar 5 (Jautta Sidabutar, 2016). Perangkat radio telemetry ini dibuat berbasis 3DR Radio System dan 100% kompatibel. Didesain sebagai open source telemetry sebagai pilihan lain dari Xbee. Telemetry ini dapat berkomunikasi jarak jauh, yaitu sekitar satu mil. Sistem telemetry ini menggunakan komunikasi full-duplex berbasis modul HopeRF HM-TRP dengan *firmware open source*. Interface perangkat ini menggunakan TTL serial standar 5V atau USB FTDI serial. Untuk memperbarui dan mengatur pengaturan modul ini dapat menggunakan APM Mission Planner. Konfigurasi juga dapat dilakukan dengan 3DR Radio Configurator ataupun AT Command (Jautta Sidabutar, 2016)



GAMBAR 5. RCTimer radio telemetry kit 433MHz



GAMBAR 6. Blok diagram perancangan hardware

#### 4. Real Time Clock (RTC)

*Real time clock* (RTC) adalah perangkat yang memungkinkan untuk menghasilkan waktu yang tepat karena dilengkapi pembangkit waktu dan baterai (Kadir, 2015), modul RTC yang digunakan pada penelitian ini adalah DS1307.

RTC DS1307 Merupakan salah satu sensor yang dapat menyimpan variable waktu, tanggal, dan tahun secara real time, RTC DS1307 dibuat oleh MAXIM. Komunikasi yang digunakan oleh sensor DS1307 adalah komunikasi I2C yang hanya membutuhkan 2 buah port SDA dan SCL untuk membaca isi register dari sensor RTC tersebut. Perlu diketahui bahwa, RTC membutuhkan tegangan supply 3V menggunakan baterai CMOS untuk menyimpan data waktu, sehingga apabila suplai 3V tersebut terputus maka settingan waktu akan kembali ke setingan semula (Irjayanto & Chamim, 2016)

### METODOLOGI

#### 1. Perancangan Hardware

Sistem yang di bangun pada penelitian menggunakan beberapa komponen hardware atau perangkat keras yang saling berkaitan dan terhubung dalam merealisasikan sistem monitoring pendeteksian hujan dan suhu berbasis sensor secara real time, gambar 6 memperlihatkan blok diagram perancangan

sistem yang diimplementasikan pada penelitian ini

Seperti yang terlihat pada gambar 6, blok diagram terbagi atas dua bagian, yaitu bagian A yang merupakan unit pendeteksian hujan dan suhu dan bagian B merupakan unit pemantauan atau monitoring (*ground control station*).

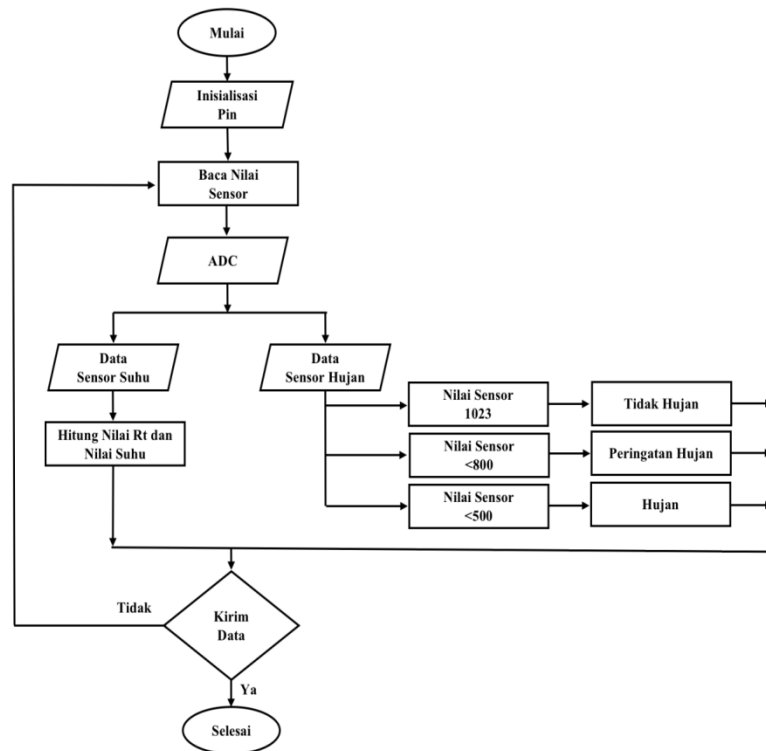
Pada blok diagram bagian A, dua buah sensor digunakan sebagai komponen pendeteksian, yaitu raindrop sensor yang di gunakan sebagai pendeteksi hujan dan NTC thermistor sebagai sensor pendeteksi suhu, kedua sensor tersebut memiliki *output* analog. Output kedua sensor tersebut di inputkan pada Arduino NANO sebagai mikrokontroler dengan pembagian Pin A0 (analog 0) untuk pendeteksian suhu dan Pin A1 (analog 1) untuk pendeteksi hujan, melalui input analog Arduino NANO, output kedua sensor tersebut di konversi menjadi data digital melalui ADC (*analog digital converter*) sehingga dapat di olah menjadi data informasi monitoring. Sebuah *Real time clock* (RTC) digunakan untuk melengkapi data pewaktuan hasil monitoring sensor yang dihubungkan pada Pin A4 (SDA) dan A5 (SCL) Arduino NANO yang mendukung I2C, sedangkan radio telemetry yang telah di lengkapi antena menggunakan Pin RX dan TX untuk mendukung komunikasi antara Arduino NANO dan radio telemetry, sehingga data hasil pembacaan sensor dapat di transmisikan secara nirkabel. Catu daya yang digunakan pada sistem ini, terbagi atas dua opsi yaitu dapat menggunakan baterai dan menggunakan sumber

daya dari adaptor dengan input tegangan 9-12 Volt.

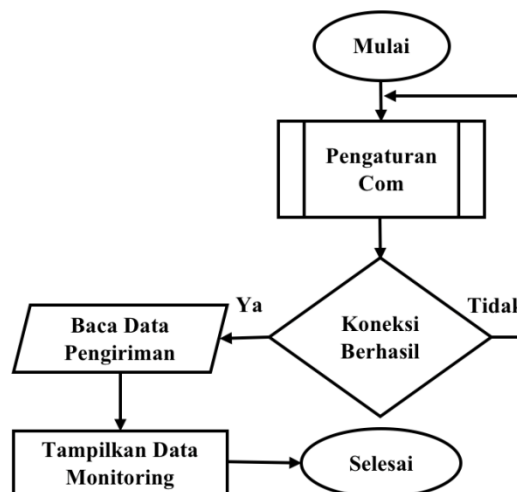
Untuk blok diagram bagian B, telemetri yang telah di lengkapi dengan antenna berfungsi menerima data hasil pembacaan sensor yang nanti dapat terkoneksi pada PC atau Laptop melalui USB.

## 2. Perancangan Software

pada penelitian ini, perancangan dan pembuatan software di bagi dalam dua bagian utama yaitu *software* pada sistem monitoring, serta *software* yang dapat digunakan pada PC atau Laptop sebagai antarmuka (*interface*) pada saat menerima data dari sistem monitoring. Gambar 7 memperlihatkan flowchart perancangan *software* sistem monitoring dan gambar 8 memperlihatkan perancangan *software* antarmuka monitoring.



GAMBAR 7. Flowchart perancangan *software* sistem monitoring



GAMBAR 8 . Perancangan *software* antar muka monitoring

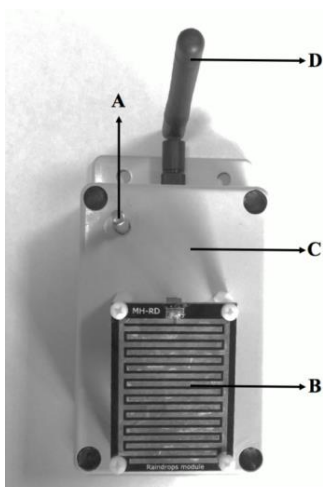
Pada penelitian ini, perancangan software antarmuka dibangun berdasarkan bahasa

pemrograman JAVA dengan menggunakan JDK 8, IDE Netbeans 8.1 yang telah

dilengkapi dengan library RX TX. Library RX TX berfungsi agar telemetry radio dapat berkomunikasi dengan *software* antarmuka yang telah dibuat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil realisasi perancangan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 9 yang memperlihatkan alat monitoring pendeteksian hujan dan suhu sedangkan gambar 10 memperlihatkan antarmuka sistem monitoring yang dapat dijalankan pada PC atau Laptop.



GAMBAR 9. Alat monitoring pendeteksian hujan dan suhu

Keterangan abjad yang tertera pada gambar 9 dijelaskan sebagai berikut, dimulai dari keterangan A adalah posisi sensor NTC thermistor, B merupakan raindrop sensor, C merupakan box plastik *waterproof* dengan ukuran 100x68x50MM yang di gunakan sebagai wadah atau tempat manaruh beberapa komponen diantaranya adalah Arduino NANO, RTC, Telemetri dan Baterai internal, sedangkan abjad D merupakan keterangan antenna telemetri.



GAMBAR 10. Antarmuka sistem monitoring

Antarmuka sistem monitoring akan menerima data setiap 1,5 detik secara real time. Pengujian alat dilakukan diluar ruangan selama beberapa hari sehingga kinerja alat dapat diketahui sepenuhnya. Untuk membandingkan hasil pengukuran suhu digunakan sebuah alat tambahan yaitu thermometer extech 42525 seperti yang terlihat pada gambar 11.

Pada penelitian ini terdapat berbagai data hasil pengujian, namun data yang akan di bahas pada penelitian ini terlampir pada tabel 1, hal ini dikarenakan data pada tabel 1 memenuhi kriteria pengujian untuk dapat dilakukan analisis karena kondisi saat itu terjadi hujan.



GAMBAR 11. Extech 42525

TABEL 1. Hasil pengujian

| No | Waktu    | Nilai ADC Raindrop Sensor | Kondisi Cuaca    | Nilai ADC NTC Thermistor | Pembacaan Sensor Suhu (derajat) | Thermometer Extech 42525 (derajat) | Selisih Sensor Suhu dengan Thermometer (derajat) |
|----|----------|---------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--|
| 1  | 05:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 508                      | 24,6                            | 24,7                               | 0,1  |
| 2  | 05:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 510                      | 24                              | 25                                 | 1  |
| 3  | 06:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 511                      | 24,9                            | 25,2                               | 0,3  |
| 4  | 06:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 514                      | 25,1                            | 25,5                               | 0,4  |
| 5  | 07:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 517                      | 25,4                            | 25,8                               | 0,4  |
| 6  | 07:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 524                      | 26,1                            | 26,4                               | 0,3  |
| 7  | 08:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 540                      | 27,5                            | 27,9                               | 0,4  |
| 8  | 08:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 609                      | 33,9                            | 33,7                               | 0,2  |
| 9  | 09:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 631                      | 36,1                            | 36,1                               | 0  |
| 10 | 09:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 615                      | 34,5                            | 34,8                               | 0,4  |
| 11 | 10:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 584                      | 31,6                            | 31,5                               | 0,2  |
| 12 | 10:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 579                      | 31,1                            | 30,2                               | 0,9  |
| 13 | 11:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 668                      | 39,9                            | 40,3                               | 0,4  |
| 14 | 11:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 669                      | 40                              | 40,5                               | 0,5  |
| 15 | 12:00 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 653                      | 38,4                            | 39                                 | 0,6  |
| 16 | 12:30 AM | 1023                      | Tidak Hujan      | 669                      | 40                              | 40,1                               | 0,1  |
| 17 | 01:00 PM | 1023                      | Tidak Hujan      | 670                      | 40,1                            | 40                                 | 0,1  |
| 18 | 01:30 PM | 1023                      | Tidak Hujan      | 618                      | 34,8                            | 35,1                               | 0,3  |
| 19 | 02:00 PM | 1023                      | Tidak Hujan      | 591                      | 32,2                            | 32,7                               | 0,5  |
| 20 | 02:30 PM | 1023                      | Tidak Hujan      | 558                      | 29,1                            | 28,8                               | 0,3  |
| 21 | 02:41 PM | 983                       | Tidak Hujan      | 554                      | 28,7                            | 27,9                               | 0,8  |
| 22 | 02:50 PM | 778                       | Peringatan Hujan | 552                      | 28,6                            | 29                                 | 0,4  |
| 23 | 02:54 PM | 498                       | Hujan            | 523                      | 25,9                            | 26,2                               | 0,3  |
| 24 | 02:58 PM | 589                       | Peringatan Hujan | 523                      | 25,9                            | 26,1                               | 0,2  |
| 25 | 03:00 PM | 376                       | Hujan            | 517                      | 25,4                            | 25,3                               | 0,1  |
| 26 | 03:30 PM | 420                       | Hujan            | 527                      | 26,3                            | 25,7                               | 0,6  |
| 27 | 03:50 PM | 251                       | Hujan            | 529                      | 26,5                            | 26,1                               | 0,4  |
| 28 | 04:00 PM | 367                       | Hujan            | 536                      | 27,1                            | 26,7                               | 0,4  |
| 29 | 04:19 PM | 620                       | Peringatan Hujan | 539                      | 27,4                            | 27                                 | 0,4  |
| 30 | 04:21 PM | 848                       | Tidak Hujan      | 538                      | 27,3                            | 27,7                               | 0,4  |
| 31 | 04:30 PM | 915                       | Tidak Hujan      | 542                      | 27,7                            | 28                                 | 0,3  |
| 32 | 05:00 PM | 994                       | Tidak Hujan      | 530                      | 26,6                            | 27,5                               | 0,9  |

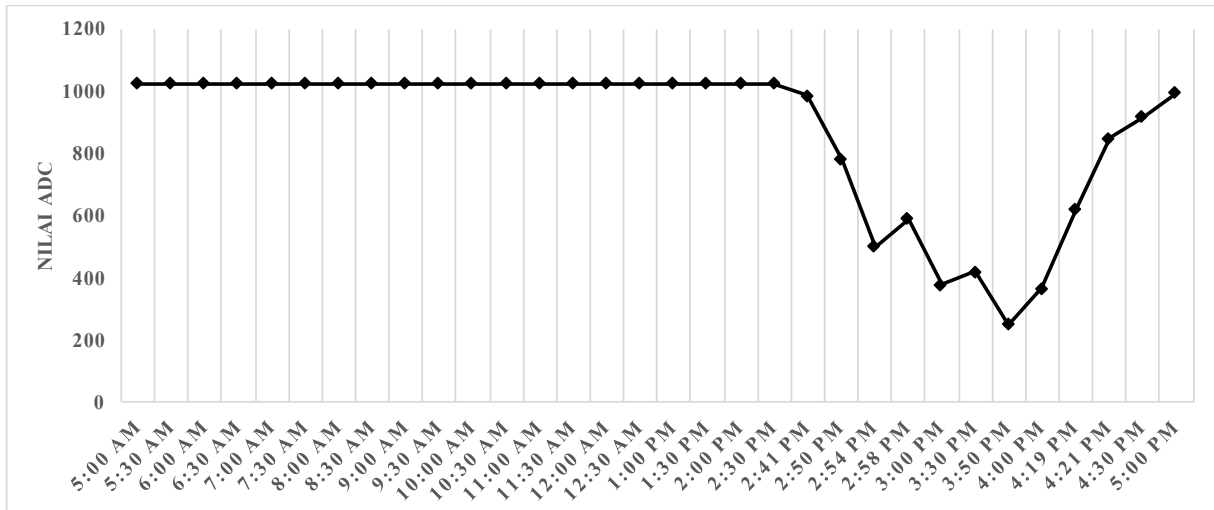
Seperti yang terlihat pada tabel 1, pengujian dilakukan pada jam 05:00 AM hingga 05:00 PM, data monitoring dipantau dan di catat setiap 30 menit, namun dapat dilihat juga pada tabel 1, nomor 21, 22, 23, 24, 27 data pendeteksian sensor hujan dimasukkan, hal ini dikarenakan pada jam tersebut turun hujan dan sistem monitoring yang di implementasikan pada penelitian ini dapat mendeteksi adanya hujan.

Selain itu, nilai rata-rata selisih pembacaan suhu didapatkan dengan membandingkan jumlah selisih antara sensor suhu dan Extech 42525 dengan banyaknya pengujian.

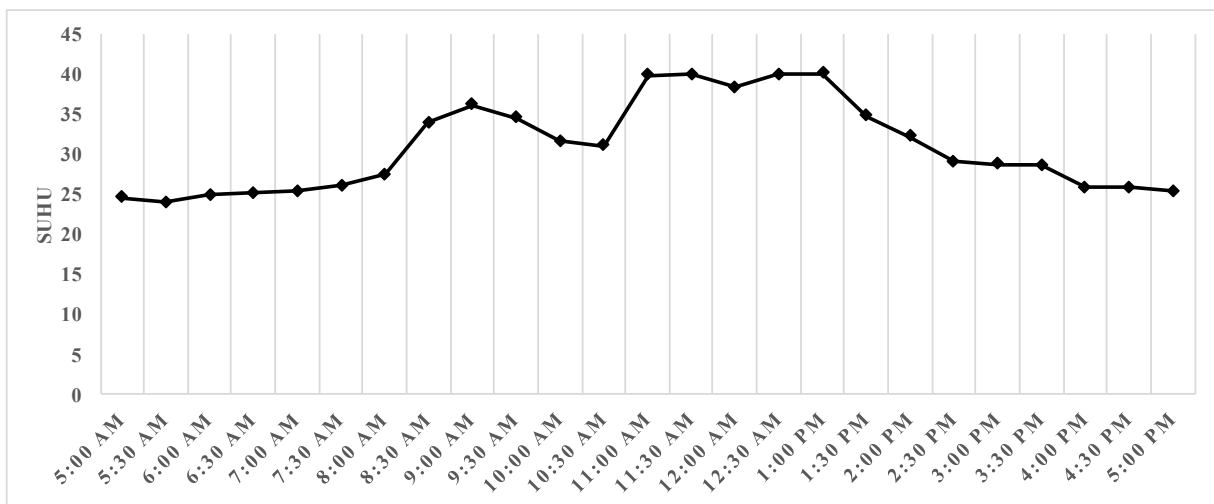
Nilai rata-rata selisih pembacaan suhu :

$$\begin{aligned} \text{rerata selisih pembacaan suhu} &= \frac{\text{Jumlah Selisih}}{\text{Jumlah Pengujian}} \\ &= \frac{12,6}{32} = 0,39^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa, selisih pendeteksian suhu sensor suhu yang terdapat pada sistem monitoring dengan alat pembanding Extech 42525 kecil, yaitu dengan nilai rata-rata  $0,39^{\circ}\text{C}$ . Gambar 12 memperlihatkan grafik monitoring pendeteksian hujan sedangkan gambar 13 memperlihatkan grafik monitoring pendeteksian suhu.



GAMBAR 12. Grafik monitoring pendeteksian hujan



GAMBAR 13. Grafik monitoring pendeteksian suhu

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Penelitian ini menyajikan perancangan sebuah sistem monitoring pendeteksian hujan dan suhu berbasis sensor secara *real time*, dari hasil percobaan, pengamatan dan analisa yang telah dilakukan, sistem dapat di implementasikan secara riil dalam melakukan fungsi monitoring. Sensor hujan dapat bekerja mendeteksi hujan, selain itu rata-rata selisih pembacaan sensor suhu dengan termoter tergolong sekitar  $0,39^{\circ}\text{C}$ , sehingga alat yang di bangun dapat digunakan sebagai sistem yang mampu memberikan informasi mengenai pendeteksian hujan dan suhu secara *real time* dengan komunikasi nirkabel menggunakan telemetri.

### 2. Saran

Sistem pada penelitian ini dapat dikembangkan lagi pada bentuk antarmuka monitoring dengan menambahkan fitur data base di dalamnya sehingga data hasil monitoring dapat direkap untuk kebutuhan arsip. Pada metode pendeteksian hujan dapat dikembangkan juga menggunakan metode fuzzy sehingga dapat meningkatkan informasi pendeteksian hujan, dalam hal ini mengenai curah hujan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, B. (1999). Thermistors in Single Supply Temperature Sensing Circuits. AN685, Microchip Technology Inc.



- Budijanto, A., & Shoim, A. (2016). PEMBELAJARAN EMBEDDED SYSTEM BERBASIS PROYEK MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA2560. *Prosiding SNST Ke-7*, 1(1).
- Irjayanto, S., & Chamim, A. N. N. (2016). Prototipe Kotak Peningkat Minum Obat. *Jurnal Semesta Teknika*, 18(2), 182–189.
- Jautta Sidabutar, I. (2016). *Rancang Bangun Muatan Roket Berbasis Smartphone Dan Penambahan Algoritma Permintaan Data Ulang Jika Terjadi Packet Loss*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- Katyal, A., Yadav, R., & Pandey, M. (2016). Wireless Arduino Based Weather Station. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 5(4).
- Kadir, A. (2015). *From Zero To A Pro Arduino*. Andi Yogyakarta.
- Mustar, M. Y., Santosa, P. I., & Hartanto, R. (2014). PERANCANGAN MODEL INTERAKSI MANUSIA DAN ROBOT DALAM BENTUK TAMPILAN VISUAL PADA KOMPUTER. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2014*. STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- Ram, S., Dinesh, S., Raj R, S., & George, P. (2016). Multipurpose Electric meter based on Arduino Nano Board (Smart meter). *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(8).
- Sharma, M., Grover, A., & Bande, P. (2009). Low cost sensors for general applications. *International Journal of Recent Trends in Engineering*, 1(5), 150–152.
- Sinclair, I. (2000). *Sensors and transducers*. Newnes.
- Sulastri, R. (2016). *PROTOTYPE KENDALI BUKA/TUTUP ATAP DAN PENYIRAMAN TANAMAN CABAI BERBASIS MIKROKONTROLER DAN SMS GATEWAY*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Ünsal, E., Milli, M., Aktaş, Ö., & Çebi, Y. (2016). Low-cost Wireless Sensor Networks for Greenhouse Monitoring Applications. Presented at the 4th International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'Rome).

---

 PENULIS:

Muhamad Yusvin Mustar

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email: yusvinmustar@gmail.com

Rama Okta Wiyagi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email: wiyagi@gmail.com