

Perencanaan Wireless Sensor Network (WSN) pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kamar Jenazah Rumah Sakit M. Djamil Padang

Al

Institut Teknologi Padang, Padang

E-mail: al.mtdrs@gmail.com

ABSTRACT

The body of the wardrobe is a closed container temperature and humidity can be regulated by cooling the air with a certain temperature and also one forensic tool that serves to maintain the temperature and humidity of a room so that the temperature and humidity remain at the desired level. To simplify set up and monitor the ambient temperature and humidity cabinets bodies, we need a system that can manage and monitor the corpse cupboard remotely. This study design a monitoring system for temperature and humidity based mobile applications using a sensor and is equipped with a relay module to regulate the supply voltage corpse cupboard. To Transmitter has a component part that is relay, module, SHT11, module X-Bee series 2 and Arduino uno while the tools for that module Receiver X - Bee series 2 and personal computer. From the test results of this study found the average value of the sensor reading SHT11 errors can be reduced by entering calibration values into the program as Arduino, from $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ to $\pm 0,26^{\circ}\text{C}$ for temperature readings, and from $\pm 2,17\%$ to $\pm 1,76\%$ for humidity readings. While reading data XBee can be seen through the software that is ZiggBee Operator.

Keywords: monitoring, wireless sensor network, arduino uno, xbee series 2, SHT11, relay module, cabinet 's body.

ABSTRAK

Lemari Jenazah merupakan suatu wadah tertutup yang suhu dan kelembabannya dapat diatur dengan cara mendinginkan udara dengan suhu tertentu dan juga salah satu alat forensik yang berfungsi untuk menjaga suhu dan kelembaban sebuah ruangan supaya suhu dan kelembabannya tetap berada pada level yang di inginkan. Untuk mempermudah mengatur dan memonitor keadaan suhu dan kelembaban lemari jenazah, diperlukan sebuah sistem yang dapat mengatur dan memonitor lemari jenazah tersebut dari jarak jauh. Penelitian ini merancang sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis aplikasi mobile menggunakan sebuah sensor dan dilengkapi dengan modul relay untuk mengatur suplay tegangan lemari jenazah. Untuk Transmitter mempunyai bagian komponen yaitu modul relay, SHT11, modul X-Bee series 2 dan arduino uno sedangkan alat untuk reciever yaitu modul X-Bee series 2 dan personal computer. Dari hasil pengujian penelitian ini dengan memasukkan nilai kalibrasi ke dalam program Arduino, nilai rata-rata kesalahan dari pembacaan sensor SHT11 dapat diperkecil dari $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $\pm 0,26^{\circ}\text{C}$ untuk pembacaan temperatur, dan dari $\pm 2,17\%$ menjadi $\pm 1,76\%$ untuk pembacaan humidity. Sedangkan pembacaan data Xbee bisa dilihat melalui perangkat lunak yaitu ZiggBee Operator.

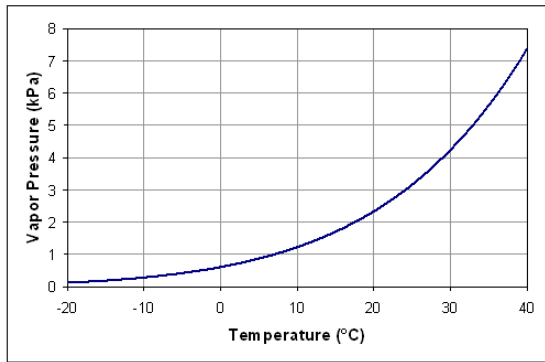
Kata Kunci: monitoring, wireless sensor network, arduino uno, xbee series 2, SHT11, modul relay, lemari jenazah.

1. PENDAHULUAN

Istilah jenazah terlantar dalam bidang forensik adalah jenazah seseorang tanpa keluarga atau ahli waris yang tidak teridentifikasi keluarganya setelah 2×24 jam (Yudianto, 2010). Keberadaan jenazah terlantar menjadi hal yang menarik untuk dikaji, terutama bila menyangkut persoalan yang berhubungan dengan hukum seperti persoalan warisan, *paternitas*, atau jenazah yang diduga merupakan korban pada aksi kriminal.

Jumlah jenazah terlantar (Jenazah T4: Jenazah Tempat Tinggal Tidak Tetap) memiliki kecenderungan banyak ditemukan. Berdasarkan data Instalasi Kedokteran Forensik dan Medikolegal RSUD Dr. Soetomo Surabaya menunjukkan bahwa pada tahun 2008 ditemukan 98 jenazah terlantar, tahun 2009 sebanyak 83 jenazah terlantar dan pada tahun 2010 sebanyak 74 jenazah terlantar. Data ini diperkuat oleh data yang ada pada RS Sukanto Keramat Jati Jakarta Timur, hampir tiap bulan

terdapat sekitar 30 mayat tidak dikenal dibawa masuk, yang bisa dikenal dengan sebutan Mr X. Secara prosedural jenazah yang masuk di kamar jenazah di simpan pada *cooling unit* sampai ada pihak keluarga yang mengakui identitas jenazah tersebut. Jika dalam waktu 1 (satu) bulan tidak ada pihak keluarga yang mengakui tentang identitas jenazah tersebut, maka pihak yang berwenang (rumah sakit) mengambil kebijakan untuk menyimpan jenazah tersebut dalam *container* dengan suhu 1- 3°C. dan kelembaban 45 – 60 %. Berdasarkan suhu penyimpanan mayat, ada dua jenis suhu yakni: (*Suhu Positif*), badan disimpan antara 2°C (36°F) dan 4°C (39°F) penyimpanan sementara ini biasanya digunakan untuk menjaga tubuh sampai beberapa minggu, tidak mencegah pembusukan yang terus pada tingkat lebih lambat dari pada suhu kamar. (*Suhu Negatif*), badan disimpan antara -10°C (-14°F) dan -50°C (-58°F) biasanya digunakan Institut Forensik terutama ketika tubuh belum teridentifikasi,



Gambar 1 Saturasi tekanan uap air terhadap temperature

pada suhu ini tubuh benar-benar beku dan *dekomposisi* sangat jauh berkurang.

Untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembaban guna memperlambat proses pembusukan, pada kamar jenazah atau lemari pendingin jenazah dipasang alat pengukur suhu dan kelembaban berupa termometer dan higrometer untuk monitoring kondisi temperatur dan kelembaban jenazah secara *kontiniu*. Disamping itu kondisi suhu dan kelembaban juga harus tetap terjaga pada batas maksimum dan minimum yang diperbolehkan. Namun faktor efisiensi tenaga dan waktu untuk mengontrol data tersebut terkadang masih diabaikan oleh petugas forensik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kelembaban udara (*humidity gauge*) adalah suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Grafik tingkat kejenuhan tekanan uap air terhadap temperatur diperlihatkan pada saturasi tekanan uap air terhadap temperatur seperti gambar 1.

Jika tekanan uap parsial sama dengan tekanan uap air yang jenuh maka akan terjadi pematatan. Secara matematis kelembaban relative (RH) didefinisikan sebagai persentase perbandingan antara tekanan uap air parsial dengan tekanan uap air jenuh. Kelembaban dapat diartikan dalam beberapa cara. *Relative Humidity* secara umum mampu mewakili pengertian kelembaban. Untuk mengerti *Relative Humidity* pertama harus diketahui *Absolut Humidity*. *Absolut Humidity* merupakan jumlah uap air pada volume udara tertentu yang dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan.

Relative Humidity merupakan persentase rasio dari jumlah uap air yang terkandung dalam volume tersebut dibandingkan dengan jumlah uap air maksimal yang dapat terkandung dalam volume tersebut (terjadi bila mengalami saturasi). *Relative Humidity* juga merupakan persentase rasio dari tekanan uap air saat dilakukan pengukuran dan



Gambar 2 Sensor SHT11

tekanan uap air saat mengalami saturasi. Jika tekanan uap parsial sama dengan tekanan uap air yang jenuh maka akan terjadi pematatan. Secara matematis kelembaban *relative* (RH) didefinisikan sebagai persentase perbandingan antara tekanan uap air parsial dengan tekanan uap air jenuh seperti persamaan 1.

$$RH(\%) = \frac{P_{uapair} \text{ (Kpa)}}{P_{uapjenuh} \text{ (Kpa)}} \times 100 \% \quad (1)$$

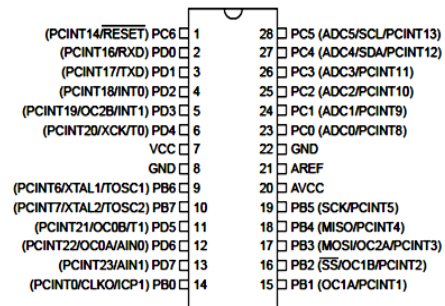
Sensor adalah sebuah alat yang mampu merubah besaran fisik seperti gaya, kecepatan perputaran dan penerangan menjadi besaran listrik yang sebanding, disebut juga alat elektronik yang bisa mengubah fenomena alam sekitar menjadi sinyal elektronik. Sensor dapat digunakan sebagai sumber input bagi keseluruhan Sistem. Sensor yang digunakan pada alat yang dibuat ini adalah sensor suhu dan kelembaban. Sensor dapat mendeteksi adanya target (temperatur ruangan) dengan atau tanpa adanya kontak fisik, sensor jenis ini biasanya terdiri dari alat elektronik *solid-state* yang terbungkus rapat untuk melindunginya dari pengaruh getaran, cairan, kimiawi, dan korosif yang berlebihan. Berikut bentuk dari sensor SHT11 seperti gambar 2.

SHT11 adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang outputnya telah dikalibrasikan secara digital. Dibagian dalamnya terdapat *kapasitif polimer* sebagai elemen untuk sensor kelembaban relative dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. Output kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah *interface serial* pada satu *chip* yang sama.

Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat. SHT11 dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan hygrometer sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah di programkan kedalam *OTP memory*. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran. *2-wire* alat penghubung serial dan regulasi tegangan internal membuat lebih mudah



Gambar 3 Board Mikrokontroler Arduino Uno AVR ATmega 328



Gambar 4 Konfigurasi Pin Out Mikrokontroler ATMEGA328

dalam pengintegrasian Sistem. Ukurannya yang kecil dan konsumsi daya yang rendah membuat sensor ini adalah pilihan yang tepat, bahkan untuk aplikasi yang paling menuntut. Pada piranti SHT11 terdapat suatu *surface-mountable* LLC (*Leadless Chip Carrier*) yang berfungsi sebagai suatu *pluggable 4-pin single-in-line* untuk jalur data dan clock.

SHT11 Module merupakan modul sensor suhu dan kelembaban relatif dari *Sensirion*. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan. Spesifikasi dari SHT11 adalah sebagai berikut:

- 1) Berbasis sensor suhu dan kelembaban relatif *Sensirion* SHT11.
- 2) Mengukur suhu dari -40°C hingga $+123,8^{\circ}\text{C}$, atau dari -40°F hingga $+254,9^{\circ}\text{F}$ dan Kelembaban relatif dari 0%RH hingga 100%RH.
- 3) Memiliki ketetapan (akurasi) pengukuran suhu hingga $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C dan ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga 3,5%RH.
- 4) Memiliki antarmuka serial *synchronous 2-wire*, bukan I2C.
- 5) Jalur antarmuka telah dilengkapi dengan rangkaian pencegah kondisi sensor *lock-up*.
- 6) Membutuhkan catu daya +5V DC dengan konsumsi daya rendah $30\ \mu\text{W}$.
- 7) Modul ini memiliki faktor bentuk 8 pin DIP 0,6 sehingga memudahkan pemasangannya.

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan *Atmel*. Arduino adalah pengendali *mikro single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor *Atmel AVR*

dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman yang dinamakan *processing*.

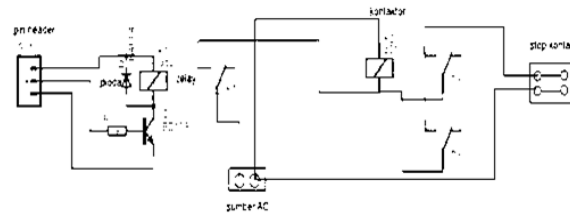
Arduino yang kita gunakan pada percobaan ini adalah Arduino mega yang menggunakan *chip* AVR *ATmega 2560* yang memiliki fasilitas PWM, komunikasi *serial*, ADC, *timer*, *interrupt*, SPI dan I2C. Sehingga Arduino bisa digabungkan bersama modul atau alat lain dengan protokol yang berbeda-beda.

Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga lebih mudah dalam memprogramnya. Berikut ini board mikrokontroler Arduino Uno AVR ATmega 328 seperti gambar 3, sebuah rangkaian elektronik berukuran kecil sebesar kartu nama, yang dapat di program untuk membaca sensor mengendalikan aktuator, dan juga berkomunikasi dengan komputer. Berikut ini adalah konfigurasi dari Arduino uno 328:

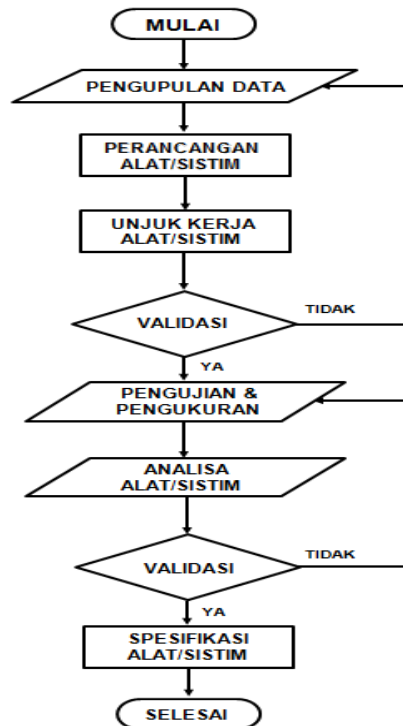
- 1) Mikrokontroler ATmega 328.
- 2) Beroperasi pada tegangan 5 volt.
- 3) Tegangan input (rekomendasi) 7 - 12 V.
- 4) Batas tegangan input 6 - 20V;
- 5) Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM).
- 6) Pin analog 6.
- 7) Arus pin per input/output 40 mA.
- 8) Arus untuk *pin* 3.3V adalah 50mA.
- 9) *Flash memory* 32 KB (ATmega 328) yang mana 2 KB digunakan oleh *bootloader*.
- 10) SRAM 2 KB (ATmega 328).
- 11) EEPROM 1 KB(ATmega 328).
- 12) Kecepatan clock 16 Mhz.

Konfigurasi susunan pin-pin mikrokontroler ATMEGA328 dapat dilihat pada Konfigurasi Pin Out Mikrokontroler ATMEGA328 seperti gambar 4.

Modul Relay adalah saklar elektronik yang tidak berdiri sendiri dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain, seperti ditunjukkan pada



Gambar 5 Rangkaian modul relay



Gambar 6 Diagram alir penelitian

gambar 5. Modul ini biasanya tersusun dari beberapa komponen seperti:

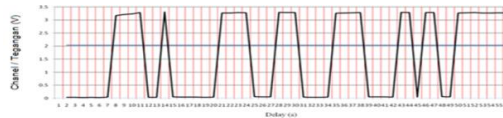
- 1) Resistor 9 ohm yang berfungsi sebagai pengatur tegangan yang masuk pada kaki basis transistor BD 139.
- 2) Transistor BD 139 yang berfungsi sebagai kontak pengatur kerja relay G5L.
- 3) Relay G5L yang berfungsi sebagai kontak sebagai penyambung dan pemutus arus yang masuk ke kontak K 351.
- 4) Kontak K 351 dengan maksimum tegangan dan arus 220 volt /10 Ampere yang berfungsi sebagai pemutus dan penyuplay arus listrik pada stok kontak sesuai komando dari relay G5L.
- 5) Stok kontak yang keluarannya diatur oleh kontak K 351.

Pada saat O/P1 diberikan tegangan (logika 1) maka resistor R1 akan mengatur besarnya tegangan yang masuk ke kaki basis transistor Q1. Hal ini membuat terhubungnya kaki kolektor dan emitor dari

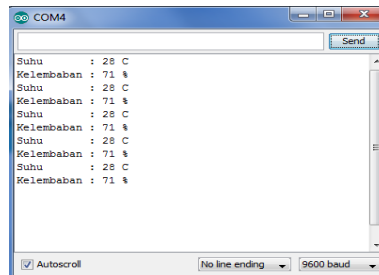
transistor Q1, sehingga relay K1 mendapatkan suplay tegangan DC, berdasarkan pada prinsip dasar cara kerjanya, relay dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak *Normally Close* ke kontak *Normally Open*. Jika tegangan pada kumparan dimatikan dengan memberikan (logika 0) pada O/P1, maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak *Normally Close*.

3. METODOLOGI

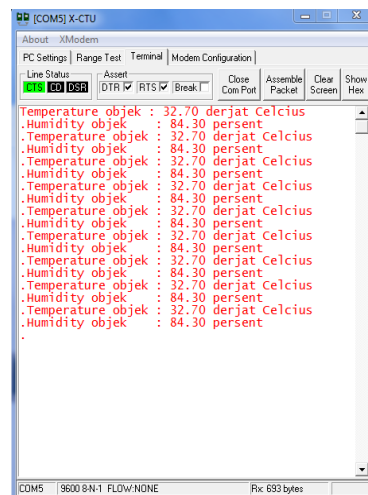
Bentuk penelitian ini adalah metoda perancangan dan eksperimen. Tahap pertama yang akan dilakukan adalah perancangan alat *wireless sensor network* untuk mengontrol dan memonitoring



Gambar 7 Bentuk sinyal keluaran dari sensor SHT11



Gambar 8 Tampilan *serial monitor* Arduino



Gambar 9 Tampilan XCTU

suhu dan kelembaban, kemudian dilakukan eksperimen alat pada sampel yang ditetapkan, sesuai gambar 6 diagram alir penelitian.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Osiloscope hingga didapatkan bentuk sinyal keluaran dari sensor SHT11 seperti gambar 7. Setelah menyusun rangkaian seperti gambar 6, dengan mengklik tombol *serial monitor* pada menu Arduino, terlihat tampilan *serial monitor* pada COM4 seperti gambar 8. Setelah menyusun rangkaian seperti gambar 6, dengan mengklik tombol *terminal* pada tampilan XCTU maka akan terlihat tampilan XCTU seperti gambar 9 pada COM5.

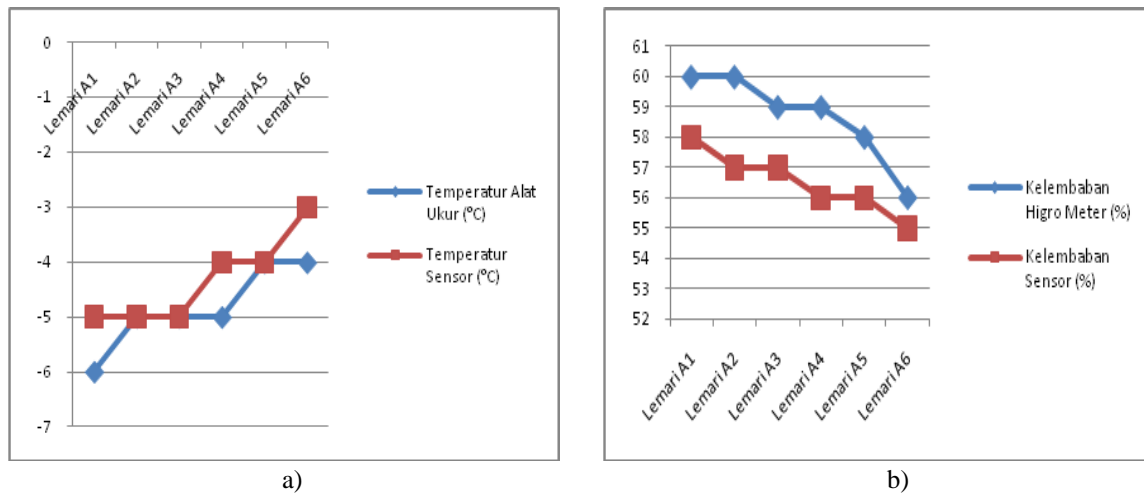
Pengujian dan pengukuran dilakukan dengan menempatkan transmitter dari alat/sistem didalam lemari jenazah hingga didapatkan data hasil pengukuran temperatur dan kelembaban lemari jenazah seperti tabel 1. Sesuai dengan data pada tabel, kesalahan pembacaan suhu SHT11 dapat

digambarkan dengan grafik hasil pengukuran suhu sensor SHT11 terhadap pengukuran termometer digital seperti gambar 10a. Dan kesalahan pembacaan kelembaban sensor SHT11 dapat digambarkan dengan grafik hasil pengukuran kelembaban higrometer terhadap pengukuran sensor SHT11 seperti gambar 10b.

Pengujian dengan penghalang (*line of sight*), didapatkan data pengiriman pengukuran sistem dengan bermacam penghalang seperti tabel 2. Pengujian tanpa penghalang (*in line sight*) didapatkan data pengiriman pengukuran sistem tanpa penghalang seperti tabel 3.

4.1 Pengujian Rangkaian Pengatur Suplai Tegangan

Pengujian rangkaian pengatur suplay tegangan didapatkan data unjuk kerja modul relay pengatur suplay tegangan seperti tabel 4. Setelah didapatkan data hasil pengujian dan pengukuran, tahap selanjutnya adalah melakukan Analisa.



Gambar 10 Kesalahan pembacaan sensor SHT11, a) pengukuran suhu terhadap thermometer digital; b) pengukuran kelembaban terhadap hygrometer

Tabel 1 Hasil pengukuran temperatur dan kelembaban lemari jenazah

Lemari Penyimpanan Jenazah	Temperatur Alat Ukur (°C)	Temperatur Sensor (°C)	Kesalahan (°C)	Kelembaban Higro Meter (%)	Kelembaban Sensor (%)	Kesalahan (%)
Lemari A1	-6	-5	1	60	58	2
Lemari A2	-5	-5	0	60	57	3
Lemari A3	-5	-5	0	59	57	2
Lemari A4	-5	-4	1	59	56	3
Lemari A5	-4	-4	0	58	56	2
Lemari A6	-4	-3	1	56	55	1
Rata-rata kesalahan Alat Ukur Temperatur dan Kelembaban SHT11			0,5	-	-	2,17

Dengan menampilkan *output* dari sensor SHT11 pada osiloskop, maka kita dapat melihat bentuk keluaran dari sensor SHT11. Sebelum menghubungkan keluaran sensor ini ke osiloskop, nilai delay pada sketch (program Arduino) harus dirubah agar bentuk gelombang yang muncul bisa terlihat dengan baik. mengganti **delay (1000)** dengan **delay (20)**.

Setelah melihat bentuk sinyal yang muncul di layar osiloskop, dapat disimpulkan bahwa output dari sensor SHT11 adalah berupa data logika (1/0) 8 (delapan) digit. Karena adanya perbedaan hasil pengukuran sensor SHT11 dan alat ukur konvensional, maka data pengukuran sensor SHT11 perlu dikalibrasi dengan 2 (dua) macam metode sebagai berikut:

- 1) Metoda menghitung rata-rata kesalahan

$$\text{Rata-rata kesalahan} = \frac{\sum \text{Kesalahan Pembacaan}}{\text{Banyak Percobaan}} \quad (2)$$

Dari pengukuran 6 (enam) unit box penyimpanan jenazah yang telah dilakukan maka didapatkan rata-rata kesalahan pembacaan suhu sebesar 0,5°C. Sesuai dengan akurasi pengukuran suhu sensor SHT11 sebesar 0,5°C pada suhu 25°C dapat diartikan, Jika suhu yang terukur oleh sistem pada Lemari A1 sebesar -5°C, suhu realnya identik dengan: $-5^{\circ}\text{C} + (0,5^{\circ}\text{C}) = -4,5^{\circ}\text{C}$ atau $-5^{\circ}\text{C} - 0,5^{\circ}\text{C} = -5,5^{\circ}\text{C}$.

Rata-rata kesalahan pembacaan kelembaban sebesar 2,17 %. Sesuai dengan akurasi pengukuran kelembaban sensor SHT11 sebesar 3,5%, kelembaban yang terukur oleh sistem pada Lemari A1 adalah 58 %, kelembaban idealnya identik dengan $58 + 2,17 \% = 60,17 \%$ atau $58 \% - 2,17 \% = 55,83 \%$.

- 2) Metoda kalibrasi dengan teknik akuisisi data

Adalah rangkaian proses pengambilan data mulai dari hasil sensing (output sensor) sampai data tersebut dapat dioperasikan dikomputer (tersedia di

memori dan merupakan data yang valid serta bebas noise). Dengan memasukkan data percobaan ke-dua ke dalam persamaan di atas, maka didapatkan nilai m dan b dari pengukuran suhu dan kelembaban sensor SHT11, *output preprocessing* (y) dapat dianalogikan sebagai berikut:

- *Output preprocessing* (y) dari pembacaan temperatur sistem monitoring dengan kemiringan slope (m) = 1,033; konstanta intercept (b) = -0,68 ; (y) suhu = (1,033 x input pengukuran temperatur) + (0,68). Output preprocessing (y) temperatur dapat

Tabel 2 Data pengiriman pengukuran sistem dengan berbagai macam penghalang

Jarak (m)	Kondisi dengan Bermacam Penghalang		Keterangan
	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)	
5	-2	52	terkirim
10	-3	53	terkirim
15	-4	54	terkirim
20	-4	54	terkirim
25	-5	55	terkirim
25,8	-5	56	tidak terkirim

Tabel 3 Data pengiriman pengukuran sistem dengan berbagai macam penghalang

Jarak (m)	Kondisi Tanpa Penghalang		Keterangan
	Temperatur (°C)	Kelembaban (%)	
10	26	63	terkirim
20	28	71	terkirim
30	29	75	terkirim
40	30	78	terkirim
50	31	82	terkirim
60	32	85	terkirim
70	32	85	terkirim
80	32	86	terkirim
90	32	85	terkirim
100	32	85	terkirim
120	32	85	terkirim
130	32	85	terkirim
140	32	85	terkirim
150	32	86	terkirim
160	32	85	terkirim
170	32	85	terkirim
180	32	85	terkirim
190	32	85	terkirim
200	32	85	terkirim
210	32	86	terkirim
220	32	86	terkirim
221	-	-	tidak terkirim

Tabel 4 Unjuk kerja modul relay pengatur suplai tegangan

Temperatur (°C)	Humidity (%)	Kondisi Relay (K1)	Kondisi Kontaktor (K2)	Kondisi Kipas Angin
28,24	43,14	NO	NO	Menyala
26,17	44,17	NO	NO	Menyala
24,10	49,02	NO	NO	Menyala
22,81	51,34	NO	NO	Menyala
20,72	58,17	NO	NO	Menyala
18,98	59,38	NO	NO	Menyala
16,88	61,19	NO	NO	Menyala
14,81	71,87	NO	NO	Menyala
12,74	72,32	NO	NO	Menyala
10,35	73,13	NO	NO	Menyala
9,46	73,56	NC	NC	Mati
10,34	66,81	NC	NC	Mati
12,68	59,32	NC	NC	Mati
14,78	55,17	NC	NC	Mati
16,82	58,13	NC	NC	Mati
18,96	44,23	NC	NC	Mati
20,13	43,19	NO	NO	Menyala

dihitung dan dituliskan dikolom linerisasi pada perbandingan pembacaan temperatur pada tabel 5.

Terlihat pada tabel bahwa output preprocessing (y) yang merupakan hasil perhitungan harga nilai linerisasi temperatur

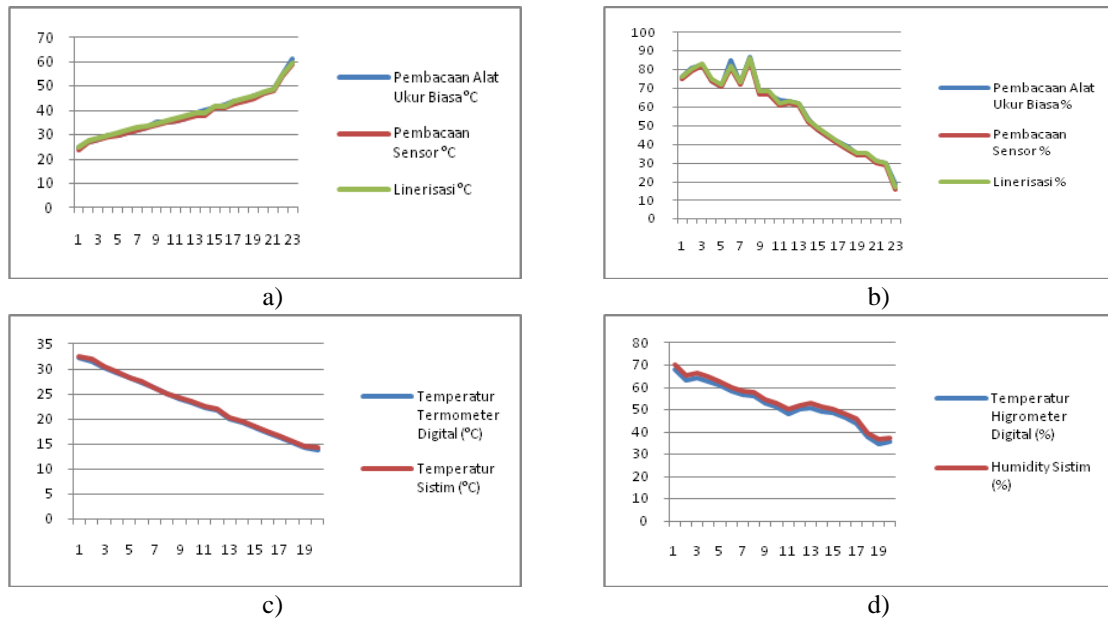
sudah mendekati hasil pengukuran dari alat ukur biasa (termometer digital). Sehingga kasalahan pembacaan temperatur sensor SHT11 dapat diperbaiki, berikut grafik perbandingan pembacaan temperatur seperti gambar 11a.

Tabel 5 Perbandingan pembacaan temperatur

Nilai Pembacaan Temperatur		
Alat Ukur Biasa (°C)	Sensor SHT11 (°C)	Harga Linerisasi (°C)
25	24	24.75
27	27	27.76
28	28	28.76
30	29	29.77
30	30	30.77
31	31	31.77
32	32	32.78
33	33	33.78
35	34	34.78
35	35	35.79
36	36	36.79
37	37	37.79
39	38	38.79
40	38	38.79
41	41	41.80
42	41	41.80
44	43	43.81
44	44	44.81
46	45	45.82
47	47	47.82
49	48	48.82
55	54	54.84
61	59	59.86

Tabel 6 Perbandingan pembacaan humidity

Nilai Pembacaan Humidity		
Alat Ukur Biasa (%)	Sensor SHT11(%)	Harga Linerisasi (%)
76	75	76.30
81	79	80.31
83	82	83.32
74	74	75.30
71	71	72.29
85	81	82.32
73	72	73.29
87	85	86.33
68	67	68.27
67	67	68.27
64	61	62.25
63	62	63.26
62	61	62.25
54	52	53.22
48	48	49.21
44	44	45.20
42	41	42.19
39	37	38.17
35	34	35.16
34	34	35.16
31	30	31.15
30	29	30.15
19	16	17.10



Gambar 11 Grafik a) perbandingan pembacaan temperature; b) perbandingan pembacaan humidity; c) pembacaan temperature sistem terhadap thermometer digital; c) pembacaan humidity sistem terhadap hygrometer digital

Tabel 7 Perbandingan pembacaan sistem monitoring terhadap alat ukur konvensional

No.	Nilai Pembacaan Temperatur			Pembacaan Humidity		
	Temperatur Termometer Digital (°C)	Temperatur Sistim (°C)	Kesalahan (°C)	Temperatur Higrometer Digital (%)	Humidity Sistim (%)	Kesalahan (%)
1	32.17	32.52	0.35	68.21	70.06	1.85
2	31.56	31.89	0.33	63.49	65.32	1.83
3	30.18	30.48	0.3	64.43	66.23	1.8
4	29.27	29.55	0.28	62.87	64.65	1.78
5	28.15	28.37	0.22	60.98	62.7	1.72
6	27.24	27.42	0.18	58.13	59.81	1.68
7	26.23	26.37	0.14	56.87	58.49	1.62
8	25.02	25.07	0.05	56.21	57.76	1.55
9	24.11	24.24	0.13	52.76	54.39	1.63
10	23.39	23.56	0.17	51.14	52.81	1.67
11	22.22	22.45	0.23	48.34	50.07	1.73
12	21.71	21.98	0.27	50.39	52.16	1.77
13	20.03	20.34	0.31	51.09	52.9	1.81
14	19.32	19.64	0.32	49.46	51.28	1.82
15	18.24	18.56	0.32	48.63	50.45	1.82
16	17.33	17.68	0.35	46.39	48.24	1.85
17	16.25	16.57	0.32	44.03	45.85	1.82
18	15.34	15.66	0.32	37.94	39.76	1.82
19	14.26	14.59	0.33	34.78	36.61	1.83
20	13.89	14.2	0.31	35.76	37.57	1.81
Rata-rata kesalahan Temperatur dan Humidity Sistim terhadap Alat Ukur Konvensional			0.26			1.76

- Output preprocessing (y) dari pembacaan humidity sistem dengan kemiringan slope (m) = 1,003; konstanta intrcept (b) = 1,051; (y) output preprocessing humidity = (1,003 x input pengukuran humidity) + (1,051), output preprocessing (y) humidity dapat dihitung dan dituliskan dikolom linerisasi perbandingan pembacaan humidity pada table 6.

Pada tabel 4.6 bahwa output preprocessing (y) yang merupakan hasil perhitungan harga nilai linerisasi humidity sudah mendekati hasil pengukuran dari alat ukur biasa (higrometer digital). Sehingga kesalahan pembacaan humidity sensor SHT11 dapat diperbaiki, berikut grafik perbandingan pembacaan humidity seperti gambar 11b.

Perhitungan out precesing (y) temperatur dan humidity diatas dapat diamplikasikan langsung ke sistem dengan mnambahkan penggalan sketch dibawah ini kedalam listing program Arduino.

(Penggalan Sketch Linierisasi)

```
temp_c = sht1x.readTemperature(); // hasil pembacaan
read Temperatur dimasukkan ke variabel temp_c
temp_c1= (1,033*temp_c)+(0,68); // Linierisasi
temperatur
humidity = sht1x.readHumidity(); // hasil pembacaan
read Humidity dimasukkan ke variabel humidity
humidity1=(1,003*humidity)+1,051; // linierisasi
humidity
```

Dengan Memasukkan nilai linierisasi ini kedalam sketch, maka hasil pengukuran yang di dapat dari sistem menjadi lebih valid. Selanjutnya perbandingan pembacaan sistem monitoring terhadap pembacaan alat ukur konvensional (termometer dan higrometer digital) seperti tabel 7. Dari tabel dapat digambarkan grafik perbandingan pembacaan temperatur sistem terhadap termometer digital seperti gambar 11c, dan perbandingan pembacaan humidity sistem terhadap higrometer digital seperti gambar 11d.

Dengan melihat hasil pengukuran sistem setelah melakukan kalibrasi maka dapat di petik beberapa hal:

- 1) Nilai rata-rata kesalahan dari pembacaan sistem (sensor SHT11) dapat diperkecil dengan memasukkan nilai kalibrasi ke dalam program Arduino, dari $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ menjadi $\pm 0,26^{\circ}\text{C}$ untuk
- 2) pembacaan temperatur, dan dari $\pm 2,17\%$ menjadi $\pm 1,76\%$ untuk pembacaan humidity.
- 3) Semakin banyak data yang dimasukkan didalam pencarian nilai kalibrasi, maka nilai pembacaan sistem semakin mendekati nilai ideal (nilai sebenarnya) dari parameter yang diukur.
- 4) Nilai kesalahan pembacaan temperatur minimum dari sistem adalah $0,05^{\circ}\text{C}$ pada saat temperatur terukur 25°C .
- 5) Nilai kesalahan pembacaan humidity minimum dari sistem adalah $1,55\%$ pada saat humidity terukur 27% .

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari *transmitter* ke *receiver* dengan menguji sinyal modul XBee dengan memberikan variasi jarak antara keduanya. Pengujian pengiriman data berkondisi garis lurus dan pengirim dalam keadaan statis. Pengujian yang dilakukan didalam ruangan *rumah sakit* yang mempunyai banyak penghalang. Dari hasil didapatkan pada jarak 5 meter sampai dengan 25,7 meter data masih bisa terkirim.

Hal ini disebabkan oleh banyaknya penghalang yang ada diantara ruangan rumah sakit tersebut,

sehingga sinyal yang dipancarkan XBee transmitter terpantul atau dibelokkan sehingga data tidak dapat diterima dengan baik oleh *receiver*. Inilah salah satu penyebab terganggunya sistem komunikasi pada sistem *wireless*.

Percobaan selanjutnya dilakukan diluar ruangan dengan keadaan tanpa penghalang. Dari hasil yang didapatkan pada jarak 10 meter sampai dengan 220 meter data masih terkirim, hal ini terjadi karena tidak adanya pantulan dan redaman yang disebabkan oleh penghalang, sehingga dengan jarak 220 meter data masih bisa diterima dengan baik oleh *receiver*.

4.2 Analisa Rangkaian Pengatur Suplai Tegangan

Untuk percobaan ini nilai setingan suhu yang diberikan adalah (10°C s/d 20°C). Perintah ini dapat ditanam di mikrokontroler dengan sketch berikut:

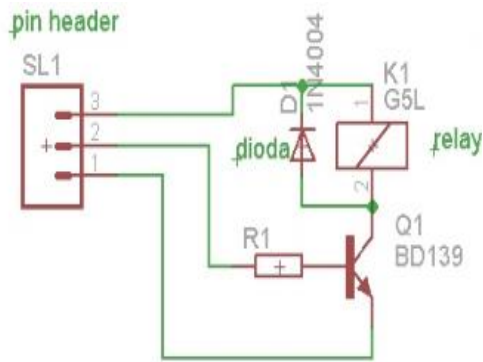
(Penggalan Sketch Setingan Suhu Lemari Jenazah)

```
int out = 9; // output pin 9
sebagai pencatu relay
if (temp_c1 >=20){ // jika suhu besar
sama dengan 20°C
digitalWrite(out,HIGH); // aktifkan relay
if (temp_c1 <=10){ // jika suhu kecil
sama dengan 10°C
digitalWrite(out,LOW); // non aktifkan relay
```

Mengamati hasil pengujian tabel 4, pada rentang temperatur $28,24^{\circ}\text{C}$ s/d $10,35^{\circ}\text{C}$, kondisi relay (K1) dan kontaktor (K2) posisi NO, hal ini dibuktikan dengan kipas angin menyala. Apabila pengkondisian temperatur mencapai $8,46^{\circ}\text{C}$ s/d $18,96^{\circ}\text{C}$, maka kondisi relay (K1) dan kontaktor (K2) posisi NC, hal ini dibuktikan dengan kipas angin mati. Kipas angin akan menyala kembali, apabila pengkondisian temperatur mencapai $20,60^{\circ}\text{C}$, kondisi relay (K1) dan kontaktor (K2) posisi NO.

Logika 0 dihubungkan ke input modul (O/P1) menuju kaki basis dari transistor Q1 (2N2222) melalui resistor R1 (1 K ohm) sehingga hubungan antara emiter dan kolektor dari transistor tersebut putus yang mengakibatkan terputusnya arus suplay DC ke relay ini. Berdasarkan pada prinsip dasar cara kerja relay, jika tegangan pada kumparan terputus maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke posisi NC (Normally Close).

Perintah ini akan terus berjalan sampai suhu penunjukan mencapai 10°C menuju 20°C mikrokontroler mengirimkan logika 1 (pin9). Logika 1 dihubungkan ke input modul (O/P1) menuju kaki



Gambar 12 Rangkaian transistor dan relay

basis dari transistor Q1 (2N2222) melalui resistor R1 (1 K ohm) sehingga hubungan antara emiter dan kolektor dari transistor tersebut terhubung sehingga relay mendapat suplay tegangan. Saat kumparan mendapat tegangan sebesar tegangan kerja relay, maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC (*Normally Close*) ke kontak NO (*Normally Open*) dan sistem lemari penyimpanan jenazah kembali mendapat suplai listrik. Rangkaian transistor dan relay seperti terlihat pada gambar 12.

- VC = 5 V (Tegangan sumber)
- VCE (sat) = 0,5 V (Database BD139)
- VRm = VC - VCE + 4,5 V
- IC = 1,5 A = $\frac{V_{\text{rad}}}{R_{\text{Relay}}}$
- IB = 0,5 A
- VBE = 1 V
- Database BD139
- VCE = 0,05 V
- VBE = 1 V
- IC = 0,5 A
- VCE = 2 V
- IC = 5 mA VCE hfe 25 x
- IC = 0,5 25 x
- VRB = VB - VBE = 5 - 1 = 4 V
- RB = VRB / IB = 4 V / 0,5 A = 8 Ohm

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Keluaran dari sensor SHT11 adalah data digital (1/0) berupa data 8 (delapan) digit.
- 2) Hasil pengujian perancangan alat ukur temperatur dan kelembaban menunjukkan bahwa temperatur dan kelembaban yang terukur

oleh alat/sistem mempunyai kesalahan rata-rata suhu $\pm 0,26^{\circ}\text{C}$, sedangkan kesalahan rata-rata kelembaban $\pm 1,76\%$ dari pengukuran alat ukur konvensional.

- 3) Nilai kesalahan pembacaan temperatur minimum dari sistem adalah $0,05^{\circ}\text{C}$ pada saat temperatur terukur 25°C .
- 4) Nilai kesalahan pembacaan humidity minimum dari sistem adalah $1,55\%$ pada saat humidity terukur 27% .
- 5) Jarak jangkauan pengiriman data modul XBee seri 2 dalam kondisi penerima didalam ruangan atau dibatasi dinding penghalang (line of sight) sampai jarak $25,7$ meter data masih dapat diterima dengan baik.
- 6) Pada kondisi tanpa penghalang (in line sight) dimana antara pengirim dan penerima tidak ada halangan dengan jarak pengiriman data semakin ditambah, pada jangkauan 220 meter data masih dapat diterima dengan baik.
- 7) Pengukuran suhu atau output preprocessing dari pembacaan suhu sistem YT = $(1,033 \times (\text{hasil pengukuran sensor}) - (0,688))$ dalam satuan derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$)
- 8) Pengukuran kelembaban atau output preprocessing dari pembacaan kelembaban sistem YH = $(1,033 \times (\text{hasil pengukuran sensor}) + 1,051)$ dalam satuan persen (%).

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir, (2014). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya menggunakan Arduino*. Andi Yogyakarta.
- [2] Anon. (2012). *Suhu dan Temperatur*. Unikom Jogja (elib.unikom.ac.id / download.PhpId= 92218)
- [3] Estina Netalia dan Maya Nurjanati. (2012). *Wireless Sensor Network (WSN)*. [http://ayuukesumaa.wordpress.com/\(ayuukesumaa.files.wordpress.com/..../wsn-ireless-sensor-network.docx](http://ayuukesumaa.wordpress.com/(ayuukesumaa.files.wordpress.com/..../wsn-ireless-sensor-network.docx).
- [4] Hendrit Garaudi. (2012). Perancangan Sistem Monitoring Kelembaban dan Temperatur Menggunakan Komunikasi Zigbee 2,4 Ghz. (<http://eprints.undip.ac.id/25317/>)
- [5] Riyanto dan Rama Okta Wiyagi. (2011). *Sistem Monitoring Ruang Server Berbasis Web Menggunakan EZ430*. Jurnal Ilmiah Elite Elektro, Vol 2, No 1.
- [6] Sudiharto, (Agus. 2002). *Penerapan Dasar Transducer Dan Sensor*. Yogyakarta: Kanisius. p. 2. ISBN.
- [7] Winardi. (2012). *Mengenal Teknologi Zigbee Sebagai Standar Pengiriman Data Secara Wireless*. Binus (<http://comp-eng.binus.ac.id/files/2012/06/Mengenal-Teknologi-ZigBee-Sebagai-Standart-Pengiriman-Data-Secara-Wireless-Winardi.pdf>)