

## RANCANG BANGUN SISTEM PENGONTROLAN RUANG PEMULIHAN PASCA OPERASI BERBASIS *WIRELESS SENSOR NETWORK*

Yuni Imanniarti<sup>1)</sup>, Putri Elfa Mas'udia<sup>2)</sup>, Rachmad Saptono<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang  
email: imanniarti@gmail.com

---

### Abstrak

Ruang pemulihan adalah sebuah ruangan di rumah sakit, dimana pasien dirawat setelah mereka telah menjalani operasi bedah dan pulih dari efek anestesi. Pada ruang pemulihan, pasien sangat membutuhkan suatu kenyamanan agar fisik dan psikis mereka tidak mengalami stress yang berlebihan. Kenyamanan bagi setiap orang memanglah berbeda namun terdapat beberapa faktor yang dapat menjadikan ruangan tersebut menjadi lebih nyaman. Maka dari itu akan mengambil parameter untuk penelitian ini yaitu suhu, kelembaban dan pencahayaan.

Pada penelitian ini akan membahas bagaimana merancang suatu sistem *wireless sensor network* untuk pengontrolan pada ruang pemulihan pasca operasi sesar dan bagaimana pengujian sensor pada sistem ini serta bagaimana proses menampilkan data hasil pengolahan ke *smartphone*. Pada penelitian ini akan dijelaskan mengenai gambaran sistem suhu dan kelembaban ruang, lampu UV dan intensitas cahaya ruang berbasis *wireless sensor network* menggunakan 2 jenis node yaitu sink node dan node sensor kontrol serta menggunakan modul *wireless* HC-12 sebagai pengirim dan penerima data antar *node*. Data yang diambil berhubungan dengan data informasi hasil pengukuran nantinya akan dapat diakses dan ditampilkan melalui aplikasi android secara *realtime*.

Dari sistem yang dirancang didapatkan nilai error dengan rata-rata nilai suhu pada R1 sebesar 1,16 %, R2 sebesar 2,64% dan R3 sebesar 5,36% sedangkan untuk nilai kelembaban pada R1 sebesar 3,70%, R2 sebesar 9,32% dan R3 sebesar 10,54%. Untuk pengujian jarak komunikasi 10m nilai delay tanpa penghalang 60 detik sedangkan dengan penghalang memiliki nilai delay 01:37 detik.

**Kata Kunci :** Ruang Pemulihan, *Wireless Sensor Network*, *Android*, *HC-12*.

---

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

*Recovery room* atau ruang pemulihan adalah sebuah ruangan di rumah sakit, dimana pasien dirawat setelah mereka telah menjalani operasi bedah dan pulih dari efek anestesi. Pasien yang baru saja di operasi atau prosedur diagnostik yang menuntut anestesi atau obat penenang dipindahkan ke ruang pemulihan, dimana keadaan *vital sign* pasien (nadi, tekanan darah, suhu badan dan saturasi oksigen) diawasi ketat setelah efek dari obat anestesi menghilang.

Pada *recovery room* atau ruang pemulihan, pasien sangat membutuhkan suatu kenyamanan agar fisik dan psikis mereka tidak mengalami stress yang berlebihan. Kenyamanan bagi setiap orang memanglah berbeda namun terdapat beberapa faktor yang dapat menjadikan ruangan tersebut menjadi lebih nyaman. Salah satunya yaitu suhu, kelembaban, pencahayaan dan kebisingan pada suatu ruangan yang tentunya sangat

mempengaruhi kenyamanan pasien itu sendiri. Kenyamanan ruang sangat dibutuhkan oleh pasien terutama oleh pasien pasca melahirkan secara operasi, karena mereka membutuhkan lingkungan yang mendukung pemulihan setelah pasca melahirkan. Pasien yang merasa nyaman, maka pada rumah sakit akan meningkatkan mutu pada rumah sakit tersebut. Maka dari itu saya mengambil parameter yang di uji untuk penelitian saya yaitu suhu, kelembaban dan pencahayaan.

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem kenyamanan melalui sebuah prototype yang dapat mengontrol dan memonitoring suhu, kelembaban, dan pencahayaan secara otomatis pada ruang pemulihan dengan mengatur setpoint untuk menjalankan aktuator berbasis *Wireless Sensor Network*(WSN) melalui sebuah aplikasi android. Pada sistem ini akan memanfaatkan sensor yang di dalam ruang pemulihan yang sudah diatur sesuai setpoint kemudian sensor tersebut akan membaca kondisi ruangan dan akan

memberikan respon jika kondisi ruangan berubah dari setpoint. Sensor tersebut akan mengirimkan data hasil dalam jarak jauh melalui sebuah jaringan dan kemudian di monitoring melalui smartphone secara *realtime*.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem *wireless sensor network* untuk pengontrolan pada ruang pemulihan pasien pasca operasi sesar?
2. Bagaimana cara pengujian setiap sensor dan menganalisa pada sistem pengontrolan ruang pemulihan pasien pasca operasi sesar ?
3. Bagaimana proses menampilkan data hasil pengolahan pada *smartphone*?

### 1.3 Tujuan Masalah

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancang sistem *wireless sensor network* untuk pengontrolan pada ruang pemulihan pasien pasca operasi sesar.
2. Dapat mengetahui cara pengujian setiap sensor dan menganalisa pada sistem pengontrolan ruang pemulihan pasien pasca operasi sesar.
3. Dapat mengetahui proses menampilkan data hasil pengolahan pada *smartphone*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Wireless Sensor Network*

*Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan suatu jaringan komunikasi sensor yang terhubung secara nirkabel yang terdiri dari beberapa sensor (*sensor node*) yang diletakkan ditempat – tempat yang berbeda untuk memonitoring kondisi suatu sistem. Pada prinsipnya pembacaan kondisi oleh sensor ini diinformasikan secara *realtime* dan keamanan data yang terjamin hingga diterima oleh pengguna. Perkembangan teknologi semakin mengarah kepada konektivitas lingkungan fisik.

*Wireless Sensor Network* terdiri dari 2 komponen, yaitu *Sensor Node* dan *Sink Node* yang merupakan kesatuan beberapa perangkat yang terdiri dari prosesor untuk pemrosesan data, memori untuk menyimpan data, sensor

untuk pendeteksi kejadian, ADC (*Analog Digital Converter*) untuk mengkonversi pembacaan dari analog ke digital, *transceiver* sebagai pengirim dan penerima sinyal radio dari dan kepada node yang lain. *Sink node* merupakan perangkat yang mengumpulkan informasi dari *sensor node* sehingga informasi tersebut dapat diolah lebih lanjut dan didapatkan kondisi lingkungan yang dimonitoring.

### 2.2 Arduino Nano

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 memori mikrokontroler.

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.

### 2.3 Modul *Wireless HC-12*

Modul komunikasi port serial nirkabel HC-12 adalah multichannel generasi baru modul transmisi data nirkabel tertanam. Pita frekuensi kerja nirkabelnya 433.4-473.0MHz, beberapa saluran dapat diatur, dengan lompatan 400 KHz, dan dengan total 100 saluran. Daya pemancar modul maksimum adalah 100mW (20dBm), sensitivitas penerimaan adalah -117dBm pada baud rate 5.000bps dalam udara, dan jarak komunikasi adalah 1.000 m di ruang terbuka.

### 2.4 *Firestore Real Time Database*

Real Time Database adalah sebuah NoSQL database yang disediakan oleh Firestore. NoSQL database adalah database yang tidak menggunakan sistem relasi layaknya pada database tradisional (MySQL

dll.). Metode penyimpanan data di dalam NoSQL menggunakan objek yang menggunakan format JSON (JavaScript Object Notation). Firebase memungkinkan kita untuk menggunakan NoSQL database yang di'share kepada semua user, dan ketika terjadi perubahan data pada database tersebut, user akan segera mendapatkan update data secara real time. Tetapi bukan berarti database ini tidak mempunyai unsur keamanan, karena kita bisa mengatur hak akses yang berbeda untuk setiap user. Salah satu fitur yang menarik adalah aplikasi bisa menyimpan data secara lokal ketika tidak ada koneksi internet, kemudian melakukan sync data segera setelah mendapatkan kembali koneksi internet. Real Time database ini sepertinya cocok untuk aplikasi instant messaging.

## 2.5 Tingkat Kenyamanan Lingkungan Fisik Ruang Pemulihan

Pengertian Kenyamanan adalah suatu kondisi perasaan seseorang yang merasa nyaman berdasarkan persepsi masing-masing individu. Sedangkan nyaman merupakan suatu keadaan telah terpenuhinya kebutuhan dasar manusia yang bersifat individual akibat beberapa faktor kondisi lingkungan. Dalam kamus besar Bahasa Indonesia, nyaman memiliki arti : 1) segar;sehat, 2) sedap;sejuk;enak. Sedangkan kenyamanan adalah keadaan nyaman; kesegaran; kesejukan. Keterkaitan dengan rasa nyaman, menurut Kolcaba (2003) kenyamanan terkait dengan:

- Kenyamanan fisik terkait dengan sensasi tubuh yang dirasakan oleh individu itu sendiri.
- Kenyamanan psikospiritual terkait dengan kesadaran internal diri, yang meliputi konsep diri, harga diri, makna kehidupan, seksualitas hingga hubungan yang sangat dekat dan lebih tinggi.
- Kenyamanan lingkungan terkait dengan lingkungan, kondisi dan pengaruh dari luar kepada manusia seperti temperatur, warna, suhu, pencahayaan, suara, dll.
- Kenyamanan sosial kultural terkait dengan hubungan interpersonal, keluarga, dan sosial atau masyarakat (keuangan, perawatan kesehatan individu, kegiatan religius, serta tradisi keluarga).

## 2.6 Faktor Evaluasi terhadap Performansi Ruang Pemulihan

Ruang pemulihan pasca operasi digunakan dalam hubungannya dengan ruang operasi oleh karena itu kelembaban dan temperaturnya harus dipertahankan karena bau sisa anestesi dapat menimbulkan masalah di ruang pemulihan.

### 1. Lokasi kamar pemulihan

Standar Kemenkes tahun 2012 untuk syarat kamar pemulihan harus mudah dicapai dari ruang operasi IGD, ICU, laboratorium, instalasi radiologi, bangsal bedah, ruang bersalin dan bangsal kebidanan. Lokasi terbaik untuk kamar pemulihan adalah tempat dimana kenyamanan dan tidak sulit untuk dijangkau dalam penempatan alur pasien.

### 2. Pencahayaan

Standar Kemenkes tahun 2012 menyatakan standar yang harus dipenuhi oleh pencahayaan di ruang pemulihan adalah 300-500 lux.

### 3. Kebisingan

Kebisingan pada ruang pemulihan yang ditentukan oleh Kemenkes tahun 2012 adalah tidak lebih dari 60 dBA karena dapat mengganggu pasien dan tenaga medis itu sendiri.

### 4. Kelembaban

Kelembaban yang disarankan menurut standar Kemenkes tahun 2012 adalah 50-70%.

### 5. Suhu

Standar Kemenkes tahun 2012 untuk suhu ruang pemulihan adalah 20-25°C.

### 6. Aliran Udara

Kecepatan aliran udara pada ruang pemulihan tidak boleh melebihi 35ftm dan tekanan udara harus relatif seimbang.

### 7. Filterisasi

Filterisasi pada ruang pemulihan sebaiknya menggunakan AC tersendiri yang dilengkapi dengan filter bakteri untuk mengurangi bakteri pada ruangan tersebut.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

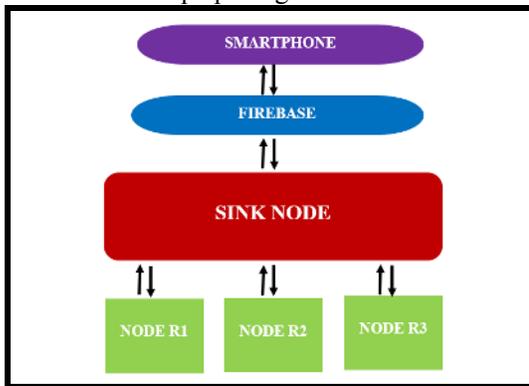
Awal penelitian dilakukan melalui studi literatur dengan mengumpulkan sumber-sumber jurnal nasional sebagai referensi. Setelah itu merancang dan menguji coba rancangan alat. Setelah berhasil maka dilakukan uji coba secara langsung bagaimana

efektifitas dari *Wireless Sensor Network* tersebut.

### 3.2 Rancangan Penelitian

#### 1. Diagram Blok Sistem

Pengertian dari *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat seperti sensor node, router dan sink node. Sink Node : yaitu node yang berfungsi untuk mengumpulkan data penginderaan dari Sensor Node, kemudian meneruskannya ke perangkat atau sistem lain, seperti ke database server untuk penyimpanan. Selain untuk mengumpulkan data dari sensor node, sink juga berfungsi sebagai penyebar paket dari perangkat atau sistem lain ke WSN, sedangkan Sensor Node : yaitu node yang berfungsi untuk membaca data lingkungan atau objek yang dipantau. Untuk keperluan pembacaan atau penginderaan, node ini dilengkapi dengan satu atau beberapa perangkat sensor.



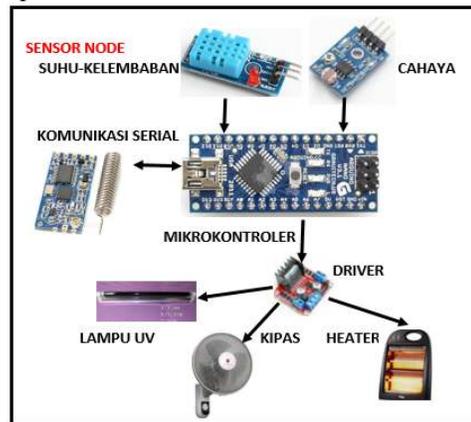
**Gambar 1.** Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Untuk diagram blok sistem keseluruhan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu :

#### 1. Diagram blok sensor node

Pada sensor *node* terdiri dari arduino nano, sensor suhu dan kelembaban udara DHT 11, sensor cahaya LDR, modul HC-12 serta *driver* motor untuk menjalankan aktuator berupa kipas dan lampu. Pada sensor *node* kontrol berfungsi menangkap dan menentukan kondisi ruangan serta dapat memberikan respon secara otomatis yang akan diberikan pada ruangan tersebut. Sedangkan untuk sensor *node* monitoring data yang sudah diperoleh dari proses pengontrolan didalam ruangan dikirim dari ke master / data melalui modul HC-12 yang kemudian akan diolah oleh Arduino Nano dan dikirim ke *smartphone* melalui modul *WiFi* ESP8266 menuju firebase database

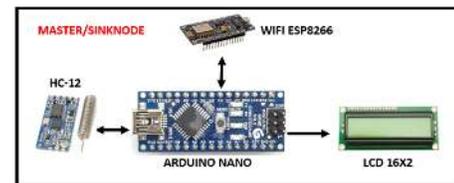
dan masuk ke *smartphone* untuk proses monitoring ruangan secara *realtime*. Diagram blok *sensor node* ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Blok Diagram Sensor Node

#### 2. Diagram blok sink node

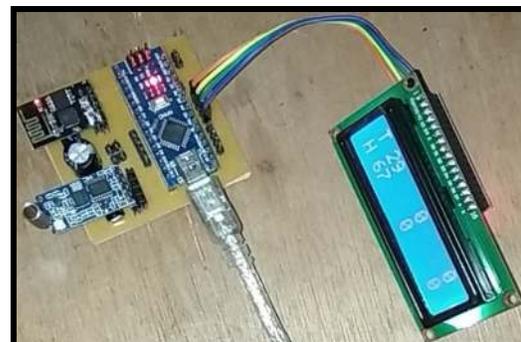
Pada diagram blok *sink node* berfungsi untuk melakukan kontrol terhadap sensor *node* yang terdapat pada ruangan. Berfungsi sebagai tempat penyimpanan data yang dikirimkan oleh node. *Sink Node* biasa disebut juga dengan Master seperti pada Gambar 2. Terdiri dari beberapa perangkat, yaitu : Arduino Nano, Modul HC-12, Modul *wifi* ESP8266 dan *smartphone*.



**Gambar 3.** Blok Diagram Sink Node

## IV. IMPLEMENTASI PERANCANGAN

Rangkaian hardware dari *Sink node* dan *sensor nonode* ditunjukkan pada Gambar 4 seperti berikut.



**Gambar 4.** Implementasi Sink node

Pada *Sink node* berisi komponen Arduino nano, HC-12, ESP8266 dan juga LCD 16x2. Sedangkan untuk hardware dari *Sensor node* ditunjukkan pada Gambar 5 berikut



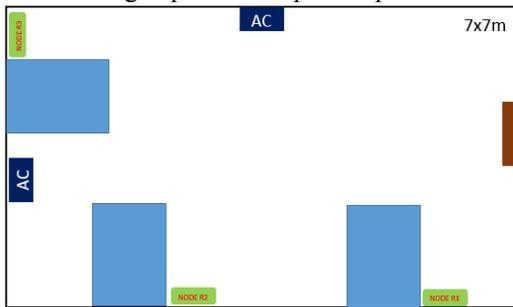
**Gambar 5.** Implementasi *Sensor node*

Pada *Sensor node* berisi komponen Arduino nano, HC-12, sensor DHT11, sensor LDR, driver motor, serta aktuator output yaitu kipas, lampu UV dan pemanas yang dinyalakan dari *smartphone*.

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk merancang sistem *wireless sensor network* dengan menempatkan tiga node sensor di dalam ruangan pemulihan pasca operasi.



**Gambar 6** Skema penempatan node di ruang pemulihan

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran ruangan yaitu 7m x 7m dengan suhu ruang 19-25°C dan kelembaban 50-60% serta intensitas cahaya ruang 300-600 lux. Dari hasil pengujian ruang didapat nilai suhu, kelembaban serta intensitas cahaya ruang sudah sesuai dengan standar ruang pemulihan dari kementerian kesehatan. Untuk penempatan node sensor berjarak 3 meter tiap node sensornya.



**Gambar 7** Implementasi Node Sensor di Ruang

Gambar 6 dan 7 menunjukkan gambar implementasi pada ruangan, mulai dari pemasangan lampu UV, kipas, pemanas dan sensor agar bisa berfungsi dengan baik.

### 5.2 Pengujian LCD 16x2



**Gambar 8** Pengujian LCD

Pada hasil pengujian LCD 16x2, saat dinyalakan maka muncul keterangan “*Starting...*” yang berarti sistem sedang menginisialisasi. Ini menunjukkan bahwa LCD telah aktif dan berjalan dengan baik. Kemudian setelah LCD 16x2 menginisialisasi sistem maka langsung menampilkan indikator berupa tampilan suhu dan kelembaban pada masing-masing ruang.

### 5.3 Pengujian Suhu dan Kelembaban DHT11

Pada pengujian akurasi sensor DHT-11 ini diambil beberapa sampel antara lain yaitu pengujian sensor DHT-11 tanpa pemanas dan pengujian sensor DHT-11 dengan pemanas. Untuk penjelasan R1, R2 dan R3 merupakan penamaan 3 node sensor yang ada pada ruangan. Pengambilan data suhu dan kelembaban ruang dilakukan setiap 20-40 menit sekali setiap harinya. Setelah dilakukan pengujian maka didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil pengujian suhu didalam ruang pemulihan tanpa pemanas

No	Waktu	Nilai Pengukuran			Error		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	08:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
2	08:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
3	08:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
4	09:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
5	09:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
6	09:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
7	10:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
8	10:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
9	10:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
10	11:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
11	11:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
12	11:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
13	12:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
14	12:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
15	12:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
16	13:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
17	13:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
18	13:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
19	14:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
20	14:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
21	14:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
22	15:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
23	15:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
24	15:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
25	16:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
26	16:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
27	16:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
28	17:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
29	17:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
30	17:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
31	18:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
32	18:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
33	18:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
34	19:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
35	19:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
36	19:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
37	20:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
38	20:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
39	20:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
40	21:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
41	21:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
42	21:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
43	22:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
44	22:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
45	22:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
46	23:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
47	23:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
48	23:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
49	00:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
50	00:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
51	00:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
52	01:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
53	01:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
54	01:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
55	02:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
56	02:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
57	02:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
58	03:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
59	03:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
60	03:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
61	04:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
62	04:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
63	04:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
64	05:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
65	05:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
66	05:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
67	06:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
68	06:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
69	06:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
70	07:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
71	07:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
72	07:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
73	08:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
74	08:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
75	08:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
76	09:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
77	09:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
78	09:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
79	10:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
80	10:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
81	10:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
82	11:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
83	11:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
84	11:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
85	12:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
86	12:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
87	12:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
88	13:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
89	13:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
90	13:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
91	14:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
92	14:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
93	14:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
94	15:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
95	15:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
96	15:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
97	16:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
98	16:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
99	16:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
100	17:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
101	17:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
102	17:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
103	18:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
104	18:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
105	18:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
106	19:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
107	19:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
108	19:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
109	20:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
110	20:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
111	20:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
112	21:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
113	21:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
114	21:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
115	22:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
116	22:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
117	22:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
118	23:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
119	23:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
120	23:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
121	00:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
122	00:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
123	00:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
124	01:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
125	01:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
126	01:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
127	02:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
128	02:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
129	02:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
130	03:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
131	03:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
132	03:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
133	04:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
134	04:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
135	04:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
136	05:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
137	05:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
138	05:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
139	06:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
140	06:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
141	06:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
142	07:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
143	07:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
144	07:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
145	08:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
146	08:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
147	08:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
148	09:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
149	09:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
150	09:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
151	10:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
152	10:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
153	10:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
154	11:00	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
155	11:20	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00
156	11:40	24,0	24,0	25,0	1,00	0,00	0,00

**5.4 Pengujian Lampu UV dan Kipas**

Pada pengujian ini Lampu UV akan bekerja pada kondisi suhu dibawah 24°C dan Kipas akan bekerja pada kondisi suhu diatas 25 °C.

**Tabel 5** Hasil Pengujian Lampu UV dan Kipas

Pengujian Lampu UV & Kipas			
NO	Suhu(C°)	Keterangan	
		Lampu	Kipas
1	19	ON	OFF
2	20	ON	OFF
3	21	ON	OFF
4	22	ON	OFF
5	23	ON	OFF
6	24	ON	OFF
7	25	OFF	ON
8	26	OFF	ON
9	27	OFF	ON
10	28	OFF	ON
11	29	OFF	ON
12	30	OFF	ON
13	31	OFF	ON
14	32	OFF	ON

Pada hasil pengujian Lampu UV, saat suhu pada rentang 19°C - 24°C, lampu UV akan menyala sedangkan untuk pengujian kipas saat suhu pada rentang 25°C -32°C, maka kipas akan menyala dikarenakan kipas dan lampu UV akan bekerja sesuai kondisi suhu yang ditentukan.

**5.5 Pengujian Intensitas Cahaya Ruang**

Pengujian intensitas cahaya ruang bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat hasil data yang terbaca oleh sensor LDR terhadap Lux Meter Digital sebagai pembandingan nilai lux.

**Tabel 6** Hasil Pengujian Intensitas Cahaya Lampu pada Ruang Pemulihan

Waktu	Lux Meter			Nilai LDR di Ruang Pemulihan (Lux)		
	Nilai R1	Nilai R2	Nilai R3	Nilai LDR R1	Nilai LDR R2	Nilai LDR R3
07.00	327	354	307	326	322	320
08.00	326	340	306	325	320	320
11.00	334	374	306	326	320	327
13.00	372	406	307	327	320	320
15.00	410	407	307	327	320	320
17.00	390	400	307	328	320	320

Pada hasil pengujian menunjukkan nilai pada Lux Meter dan sensor LDR hampir mendekati sama. Pembagian waktu dimaksudkan sebagai perbandingan nilai antara R1, R2 dan R3 yang dipengaruhi oleh waktu dan cahaya sekitar.

**5.6 Pengujian Jarak Komunikasi Modul Wireless HC-12**

Pengukuran jarak dilakukan menggunakan alat ukur meteran sebanyak 5 kali, sehingga diperoleh 5 data.

**Tabel 7.** Pengukuran Jarak Komunikasi HC-12

Percobaan ke-	Jarak (m)	Delay Tanpa penghalang	Delay dengan penghalang	Hasil
1	3	24 detik	50 detik	Berhasil
2	6	37 detik	01:45 detik	Berhasil
3	9	01:02 detik	02:47 detik	Berhasil
4	12	02:05 detik	03:46 detik	Berhasil
5	15	03:35 detik	04:20 detik	Berhasil

Pada tabel diatas menunjukkan hasil pengujian jarak komunikasi antar modul wireless HC-12 dilakukan dengan jarak 3 meter untuk setiap percobaan dengan menyalakan pemanas dari smartphone. Pengujian jarak hanya dilakukan pada 15 meter, karena luas ruang pemulihan dengan ruang perawat hanya berkisar 10 meter saja. Pada pengujian jarak 10m nilai delay tanpa penghalang 60 detik sedangkan dengan penghalang memiliki nilai delay 01:37 detik. Dan saat pengujian dilakukan pengiriman berhasil dilakukan walaupun mengalami delay dengan jarak 3m, 6m, 9m, 12m, 15m dengan penghalang ataupun tanpa penghalang.

**5.7 Pengujian Komunikasi Node Dengan Sink Node**

Pada pengujian kali ini menggunakan 3 node dan 1 sink node. Sink node berfungsi sebagai pengirim perintah dan node berfungsi sebagai pembaca perintah dan mengirim hasil pembacaan data oleh sensor.

```

Starting client 1
H: 73 T: 23 LDR: 470
H: 73 T: 23 LDR: 469
receive from master 1 0 0
H: 74 T: 23 LDR: 469
receive from master 1 1 0
H: 74 T: 23 LDR: 468
H: 74 T: 23 LDR: 468
H: 74 T: 23 LDR: 468
H: 73 T: 23 LDR: 468
H: 73 T: 23 LDR: 469
H: 73 T: 23 LDR: 468
H: 73 T: 23 LDR: 469
H: 74 T: 23 LDR: 450
H: 74 T: 23 LDR: 460
H: 74 T: 23 LDR: 456
receive from master 1 1 1
H: 75 T: 23 LDR: 457
H: 75 T: 23 LDR: 457
H: 74 T: 23 LDR: 457
H: 74 T: 23 LDR: 456
    
```

**Gambar 9.** Pengujian komunikasi *node* dengan *sink node*

Dari hasil pengujian komunikasi *node* dengan *sink node* menampilkan hasil pembacaan suhu dan kelembaban udara oleh sensor DHT11 serta hasil pembacaan intensitas cahaya oleh sensor LDR secara *real time* yang dikirim untuk mengetahui keberhasilan komunikasi antar *node* dengan *sink node*.

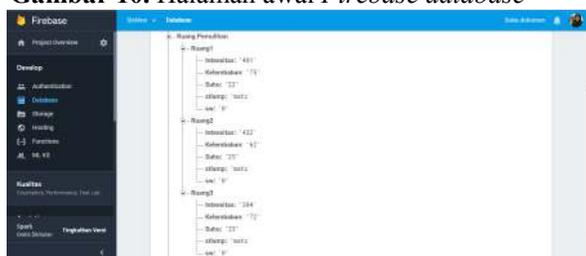
Untuk mengetahui proses komunikasi *node* dengan *sink node* berjalan dengan lancar yaitu seperti gambar diatas “*receive from master...*” bernilai 1 berarti komunikasi berhasil tetapi apabila bernilai 0 tidak terjadi komunikasi.

### 5.8 Pengujian Menampilkan Data ke Smartphone

Pada pengujian ini proses pengiriman data dari Arduino dikirim melalui modul *wifi* ESP8266 ke database *Firebase* kemudian dikirim ke aplikasi android yang ada di *smartphone*. Adapun hasil pengujian ini seperti Gambar 10.



**Gambar 10.** Halaman awal *Firebase database*



**Gambar 11.** Database dari Ruang Pemulihan

Pada Gambar 11 menunjukkan database dari ruang pemulihan yang didapatkan dari sensor yang ada pada ruang pemulihan yang kemudian mengirimkan nilai data sensor menggunakan modul *wifi* ESP8266 ke database *Firebase* dan mengirimkannya ke aplikasi android di *smartphone* yang tersambung dengan jaringan internet.



**Gambar 12.** Tampilan pada aplikasi Android

Setelah dari database maka akan mengirimkan nilai data yang didapat ke aplikasi android yang tersambung dengan *firebase* google. Dan ruang pemulihan pasca operasi dapat dimonitoring secara *realtime* sesuai dengan Gambar 12.

## VI. PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dibuat sistem *Wireless Sensor Network* untuk pengontrolan ruang pemulihan pasca operasi dilakukan pengukuran ruang yaitu 7m x 7m dengan menempatkan 3 node sensor dalam ruangan serta 1 sink node di ruang perawat. Jarak setiap node sensornya yaitu 3 meter sedangkan node sensor dengan sink node berjarak 3,5 meter. Untuk monitoringnya dilakukan melalui pengiriman data sensor dari ruangan ke *firebase* kemudian akan dikirimkan kembali ke aplikasi di *smartphone* secara *realtime*.
2. Untuk pengujian sensor suhu dan kelembaban dari sistem yang dirancang didapatkan nilai error dengan rata-rata nilai suhu pada R1 sebesar 1,16 %, R2 sebesar 2,64% dan R3 sebesar 5,36% sedangkan untuk nilai kelembaban pada R1 sebesar 3,70%, R2 sebesar 9,32% dan R3 sebesar 10,54%. Untuk sensor cahaya didapatkan nilai tertinggi pada pukul 09.00 dengan nilai 590 lux sedangkan untuk nilai terendah pada pukul 17.00 dengan

nilai 389 lux, dari sensor cahaya hampir mendekati sama dengan alat ukur Lux Meter. Untuk pengujian lampu UV pada suhu 19°C-24°C akan menyala dan pengujian kipas saat suhu 25°C-32°C akan menyala. Untuk pengujian komunikasi pada jarak 10m nilai delay tanpa penghalang 60 detik sedangkan dengan penghalang memiliki nilai delay 01:37 detik. Untuk nilai delay tanpa penghalang lebih kecil dibandingkan dengan nilai delay dengan penghalang. Untuk pengujian komunikasi sink node dan sensor node dapat diketahui jika "receive from master..." bernilai 1 berarti komunikasi berhasil tetapi apabila bernilai 0 tidak terjadi komunikasi.

## 6.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan ditawarkan beberapa saran untuk penelitian ke depannya antara lain:

1. Sistem ini belum dilengkapi dengan sensor pendeteksi manusia, untuk kedepannya dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan sensor pendeteksi manusia yang bertujuan sebagai alarm untuk mengetahui pergerakan pasien.
2. Sistem ini masih menggunakan 3 node sehingga masih belum maksimal dalam memonitoring banyak ruang dalam rumah sakit untuk kedepannya dapat dikembangkan untuk menambah node agar bisa memonitoring lebih banyak ruang.
3. Kekurangan dari sistem ini selanjutnya adalah belum dilengkapi dengan adanya buzzer. Buzzer berfungsi sebagai penanda ketika modul wireless HC-12 sedang mengalami gangguan. Sehingga dapat dikembangkan lagi dengan penambahan buzzer yang berfungsi sebagai penanda modul wireless HC-12 sedang tidak berfungsi atau sedang mengalami gangguan.
4. Sistem ini masih menggunakan lampu UV biasa, untuk selanjutnya bisa mengganti ke lampu UV khusus untuk sterilisasi ruang dengan mengatur waktu penyalaan lampu yang sesuai kesehatan pasien.
5. Proses menampilkan data hasil pengolahan ke *smartphone* secara *realtime* melalui komunikasi dua arah antara alat dengan aplikasi android melalui modul wifi ESP8266 serta *smartphone* yang terhubung pada koneksi jaringan internet maka akan

tampil pada *smartphone* data hasil sensor yaitu suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan status lampu.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Al. (2017). Perencanaan Wireless Sensor Network (WSN) pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kamar Jenazah Rumah Sakit M. Djamil Padang . *Perencanaan Wireless Sensor Network (WSN) pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kamar Jenazah Rumah Sakit M. Djamil Padang* , 1-11.
- Fazri, M. ,. (2017). *SISTEM MONITORING SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR DAN GPRS SHIELD BERBASIS ARDUINO*, 1-8.
- Kelana, M., Muid, A., & Murhasanah. (2015). *Rancang Bangun Sistem Pengontrol Intensitas Cahaya pada Ruang Baca Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16, POSITRON*, Vol. V, No. 1 (2015), Hal. 05 - 10.
- Krisdyanto, E. R. (2016). *PERANCANGAN TELECONTROLLING PADA PETERNAKAN AYAM MENGGUNAKAN NOTIFIKASI ONLINE*, 5-17.
- Palupi, A. R., & Maretasari, A. S. (2017). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PERHITUNGAN JUMLAH DAN BERAT TELUR PUYUH MENGGUNAKAN SMS GATEWAY*, 20-21.
- Sabiq, A., Nurmaya, & Alfarisi, T. (2017). *Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Arduino Uno dan Raspberry PI untuk Pemantauan Kualitas Udara di Cempaka Putih Timur, Jakarta Utara*, CITEE 2017,ISSN: 2085-6350.
- Saifudin M., A. L. (2017). *RANCANG BANGUN SISTEM WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK SENSOR GETARAN BERBASIS ARDUINO* , 147-153 .
- Sakdiyah, A. (2017). *SISTEM MONITORING KEADAAN RUMAH DENGAN REAL TIME VIDEO MENGGUNAKAN SMARTPHONE BERBASIS*

