

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING HVAC RUANG SERVER MENGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS WEB (Studi kasus pada PT. Rahajasa Media Internet Surabaya)

Najih Razzaaq Nur Azhiim¹⁾ Martono Dwi Atmadja²⁾ Koesmarijanto³⁾

¹²³Progam Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
Email: najihrazzaaq@gmail.com

Abstract

Ruang server adalah ruangan yang berisi instalasi komputer server atau tempat perangkat utama komputer server diletakkan. Kurangnya pengawasan dan pemantauan keadaan ruang server dari karyawan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kerusakan pada perangkat-perangkat yang ada di ruangan server. Oleh karena itu dibuatlah sistem monitoring untuk memantau atau mengawasi ruang server secara berkala menggunakan web untuk mempermudah kariawan dalam memonitoring ruang server. Sistem akan secara otomatis mengirimkan notifikasi ke telegram ketika suhu atau partikel debu melebihi range yang sudah ditentukan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat menguji sistem monitoring hvac pada ruang server, untuk dapat menguji pembacaan suhu dan debu pada sitem monitoring hvac ruang server, untuk dapat mengetahui dan menghitung nilai dari kesesuaian dan akurasi alat monitoring hvac ruang server, serta untuk dapat menguji QoS web server pada monitoring hvac ruang server. Hasil dari sistem ini yaitu mampu membaca suhu ruang server pada range 18°C - 27°C, mampu membaca kenaikan partikel debu ketika terjadi kegiatan pada ruang server hingga range 0 cf – 1500 cf dan ketika pada keadaan normal terbaca hingga range 0 cf – 1000 cf, untuk nilai akurasi sensor rata – rata total error yaitu 0.79%, dan QoS saat menggunakan koneksi lan didapatkan delay terbesar 410.084 ms, troughput terbesar 601 bits/s, dan packet loss tertinggi sebesar 0.16%, sedangkan saat menggunakan koneksi wifi didapatkan delay terbesar 410.608 ms, troughput terbesar 647 bits/s, dan packet loss tertinggi sebesar 0.12%.

Keywords: Monitoring, Telegram, Raspberry Pi, BME280, PPD42NS

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ruang Server adalah ruangan yang berisi instalasi komputer server atau tempat perangkat utama komputer server diletakkan. Sedangkan server sendiri merupakan pusat data penting yang memiliki nilai tinggi bagi perusahaan atau instansi. Pada studi kasus ini dilakukan di PT. Rahajasa Media Internet Surabaya, karena disana sestem pengawasan dan pemantauan keadaan ruang server masih dilakukan secara manual, hal tersebut juga membuat keadaan ruang server kurang terpantau dengan baik, sedangkan kurangnya pengawasan dan pemantauan keadaan ruang server itu sendiri merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kerusakan perangkat-perangkat yang ada di ruang server.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengujian suatu sistem monitoring HVAC pada ruang server
2. Bagaimana pengujian pembacaan suhu dan debu pada sistem monitoring HVAC pada ruang server
3. Bagaimana cara mengetahui nilai dari kesesuaian dan akurasi alat pada sistem monitoring HVAC ruang server
4. Bagaimana pengujian QoS (*quality of service*) pada web server monitoring HVAC ruang server

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan sistem monitoring ruang server ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk dapat menguji sistem monitoring HVAC pada ruang server.
2. Untuk dapat menguji pembacaan suhu dan debu pada sistem monitoring HVAC ruang server.
3. Untuk dapat mengetahui dan menghitung nilai dari kesesuaian dan akurasi alat monitoring HVAC ruang server.
4. Untuk dapat menguji QoS web server pada

monitoring HVAC ruang server.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Server

Server adalah sebuah sistem komputer yang menyediakan jenis layanan (service) tertentu dalam sebuah jaringan komputer. Server didukung dengan prosesor yang bersifat scalable dan RAM yang besar, juga dilengkapi dengan sistem operasi khusus, yang disebut sebagai sistem operasi jaringan (network operating system).

2.2 Digital Humidity and Pressure Sensor (BME280)

BME280 adalah sensor digital yang dapat mengukur tekanan, suhu, ketinggian, dan kelembaban, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi seperti navigasi indoor/outdoor, weather monitoring, home automation, serta untuk wearable devices.

2.3 Dust Sensor (PPD42NS)

PPD42NS Dust Sensor ialah sensor debu yang berbasis inframerah. Sensor ini sangat efektif dalam mendeteksi partikel yang sangat halus seperti debu atau asap rokok, dan umumnya digunakan dalam sistem pembersih udara.

2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi 3 merupakan generasi ketiga dari keluarga Raspberry Pi. Raspberry Pi 3 memiliki RAM 1GB dan grafis Broadcom VideoCore IV pada frekuensi clock yang lebih tinggi dari sebelumnya yang berjalan pada 250MHz.

2.5 Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR.

2.6 Telegram

Telegram merupakan layanan mengirim pesan yang realtime yang berjalan pada platform mobile, desktop dan web

2.7 Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC)

HVAC berfungsi menjaga kondisi udara sekitar untuk melindungi alat-alat, dan

kenyamanan personal dengan cara mengatur ventilasi dan pengkondisian udara.

2.8 Web Server

Server atau Web server adalah sebuah software yang memberikan layanan berbasis data dan berfungsi menerima permintaan dari HTTP atau HTTPS pada klien yang dikenal dan biasanya kita kenal dengan nama web browser (Mozilla Firefox, Google Chrome)

2.9 MySQL

MySQL adalah sistem manajemen database yang digunakan untuk menyimpan data dalam tabel terpisah dan menempatkan semua data dalam satu gudang besar.

2.10 Python

Python adalah bahasa pemrograman model skrip (*scripting language*) yang berorientasi obyek. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi.

2.11 Wireshark

Wireshark merupakan salah satu aplikasi open source untuk mengetahui lalu lintas komunikasi data dalam jaringan dengan cara memantau melalui protokol dan port-port yang digunakan.

2.12 Quality Of Service (QoS)

QoS adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, mengatasi jitter, dan delay.

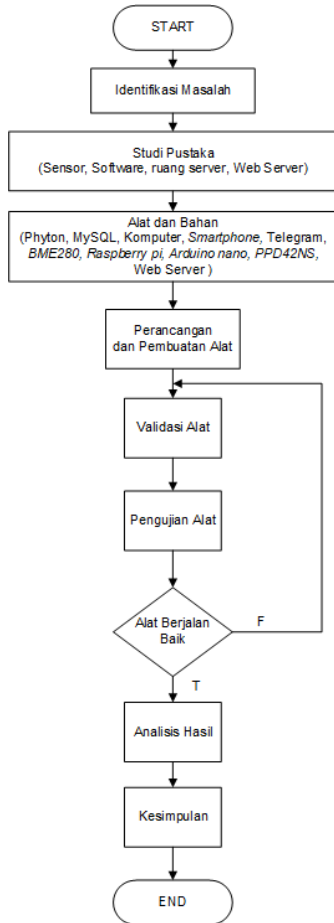
2.13 Akurasi dan Kesesuaian Nilai

Nilai akurasi ditentukan berdasarkan perhitungan galat relatif (relative error).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian untuk melakukan penelitian secara terperinci dalam pembuatan alat agar hasil didapat secara runtun ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini:

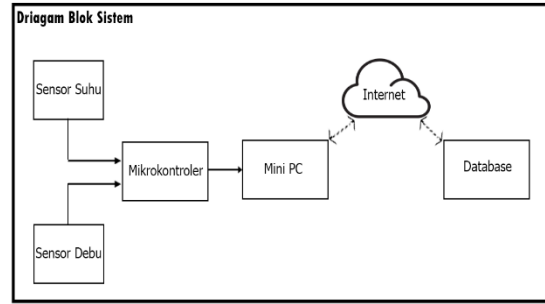


Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

Sesuai gambar diatas,dapat dijelaskan mengenai tahapan penelitian yang dilakukan antara lain:

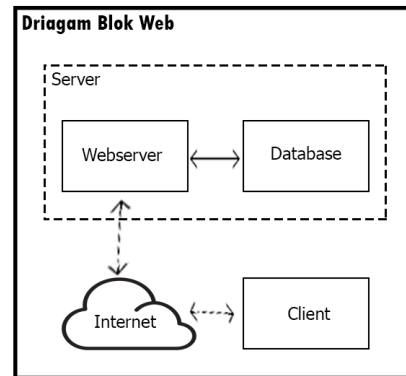
3.2 Perencanaan Sistem

Blok diagram perencanaan sistem disajikan pada Gambar 3.2, dan blok diagram perencanaan web dan perencanaan aplikasi telegram disajikan pada gambar 3.3 dan 3.4, sedangkan *flowchart* rancangan sistem monitoring dan pengiriman notifikasi telegram disajikan pada Gambar 3.5. Penjelasan Gambar 3.2 adalah sebagai berikut. Pertama adalah arduino di program agar dapat terhubung dengan sensor suhu, dan sensor debu kemudian sensor suhu akan membaca suhu dan kelembaban sedangkan sensor debu akan membaca partikel debu yang ada pada ruang server dan semua data hasil pembacaan akan dikirimkan ke *raspberrry pi*, setelah itu data akan diakuisisi oleh *raspberrry pi* untuk dikirimkan ke *database*. Antara *raspberrry pi* dan *database* disambungkan dengan local network.



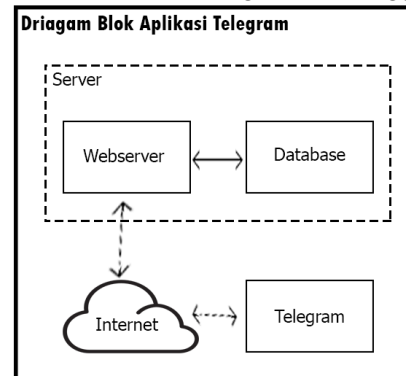
Gambar 3.2 Blok Diagram Perencanaan Sistem

Pada gambar 3.3 *client* dan server dihubungkan melalui internet kemudian *client* akan melakukan *request* ke server dengan cara membuka web yang sudah dibuat untuk melihat data atau mendapatkan informasi mengenai kondisi suhu dan partikel debu terakhir yang terdeteksi.



Gambar 3.3 Blok Diagram Perencanaan Aplikasi Web

Pada gambar 3.4 hampir sama dengan gambar 3.3 yaitu *client* dan server dihubungkan melalui internet, kemudian telegram otomatis akan mendapat kiriman notifikasi jika suhu maupun partikel debu yang terbaca di database meningkat atau tinggi.



Gambar 3.4 Blok Diagram Perencanaan Aplikasi Telegram

Penjelasan Gambar 3.5 adalah:

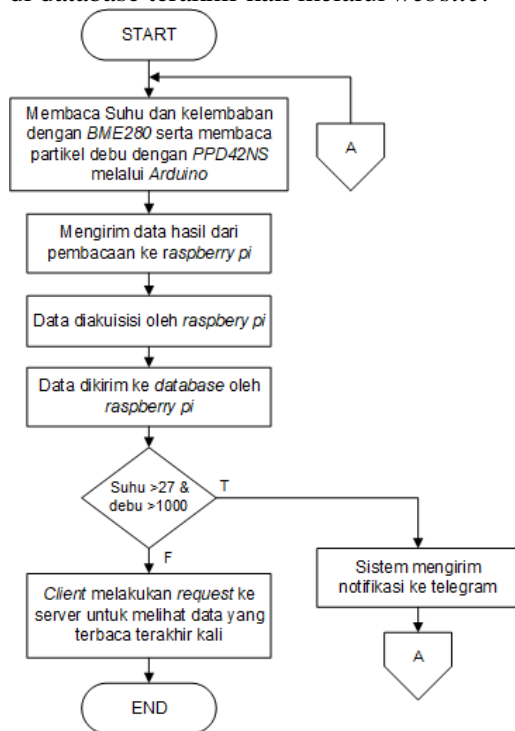
1. Dalam rancangan sistem sensor *BME280* akan membaca suhu dan kelembaban sedangkan sensor *PPD42NS* akan membaca debu yang ada di ruang server.
2. Setelah data suhu dan kelembaban sudah terbaca oleh sensor, maka selanjutnya sensor akan mengirim hasil pembacaan data tersebut ke *raspberry pi*.
3. Jika data dari suhu, kelembaban, dan debu sudah di terima oleh *raspberry pi*, maka selanjutnya data akan diakuisisi oleh *raspberry pi*.
4. Setelah data diakuisisi, maka selanjutnya *raspberry pi* akan mengirimkan data tersebut ke database untuk di baca.
5. Apabila data yang terbaca pada *database* meningkat maka sistem akan otomatis mengirim notifikasi ke telegram.
6. Kemudian *client* melakukan *request* ke server untuk melihat data yang tersimpan di database terakhir kali melalui *website*.



Gambar 4.1 Hasil Rancangan Hardware Arduino Nano dan Raspberry Pi



Gambar 4.2 Hasil Rancangan Hardware Sensor Suhu dan Sensor Debu



Gambar 3.5 Flowchart Rancangan Sistem Monitoring dan Notifikasi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan Pengujian

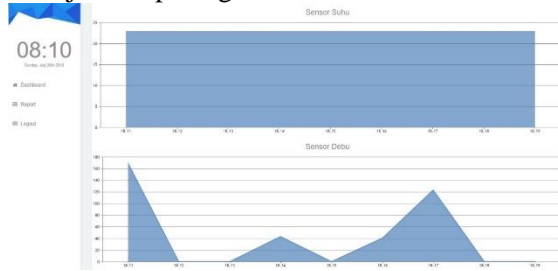
4.1.1 Hasil Perancangan Hardware

| id | tanggal | jam | suhu | debu |
|----|------------|-------|-------|--------|
| 1 | 2018-07-17 | 08.12 | 22.75 | 182.49 |
| 2 | 2018-07-17 | 08.13 | 22.67 | 97.88 |
| 3 | 2018-07-17 | 08.14 | 22.66 | 169.03 |
| 4 | 2018-07-17 | 08.15 | 22.68 | 105.84 |
| 5 | 2018-07-17 | 08.16 | 22.68 | 232.67 |
| 6 | 2018-07-17 | 08.17 | 22.68 | 34.87 |
| 7 | 2018-07-17 | 08.18 | 22.67 | 7.79 |
| 8 | 2018-07-17 | 08.19 | 22.7 | 120.12 |
| 9 | 2018-07-17 | 08.20 | 22.68 | 0.62 |
| 10 | 2018-07-17 | 08.21 | 22.69 | 0.62 |
| 11 | 2018-07-17 | 08.27 | 22.7 | 107.72 |
| 12 | 2018-07-17 | 08.28 | 22.69 | 181.31 |
| 13 | 2018-07-17 | 08.29 | 22.69 | 88.77 |
| 14 | 2018-07-17 | 08.30 | 22.68 | 28.72 |
| 15 | 2018-07-17 | 08.31 | 22.69 | 0.62 |
| 16 | 2018-07-17 | 08.32 | 22.7 | 162.52 |
| 17 | 2018-07-17 | 08.33 | 22.69 | 43.17 |
| 18 | 2018-07-17 | 08.34 | 22.68 | 52.31 |
| 19 | 2018-07-17 | 08.35 | 22.69 | 3.09 |
| 20 | 2018-07-17 | 08.36 | 22.7 | 33.75 |

Gambar 4.3 database dari hasil pembacaan suhu dan debu ruang server

Pada web pengujian sistem terdapat grafik dan tabel dari hasil pembacaan data meliputi

tanggal jam suhu dan debu yang sesuai dengan data yang terbaca pada database, grafik dan tabel dari hasil pengujian sistem tersebut ditunjukkan pada gambar 4.4 dan 4.5.



Gambar 4.4 Grafik Pembacaan Suhu dan Debu pada Web

Gambar 4.5 Tabel Pembacaan Suhu dan Debu pada Web

Hasil dari pengujian sistem ketika suhu dan partikel debu naik maka akan ada notifikasi telegram, hasil dari pengiriman notifikasi dan isi dari notifikasi tersebut ditunjukkan pada gambar 4.6.

| No. | Gambar | Keterangan |
|-----|--------|--|
| 1. | | Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Telegram Smartphone |
| 2. | | Isi Notifikasi Telegram Smartphone |
| 3. | | Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Telegram Laptop / PC |
| 4. | | Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Telegram Laptop / PC |

Gambar 4.6 Hasil Pengiriman dan Isi Notifikasi Telegram

Dengan demikian sistem dapat berjalan dengan baik, karena dapat berjalan sesuai dengan perencanaannya.

4.1.3 Hasil Pengujian Pembacaan Suhu dan Debu Ruang Server

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Debu Ruang Server dengan Sensor

| Pecobaan | Suhu Dengan Sensor | | | | | |
|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Pagi Lan (08.12 – 09.20) | Siang Lan (14.20 – 15.22) | Sore Lan (15.53 – 16.52) | Pagi Wifi (09.33 – 10.33) | Siang Wifi (13.11 – 14.10) | Sore Wifi (17.11 – 18.19) |
| 1 | 22.69 | 23.02 | 22.87 | 22.74 | 23.10 | 22.86 |
| 2 | 22.69 | 22.98 | 22.87 | 22.70 | 23.12 | 22.95 |
| 3 | 22.75 | 22.98 | 22.86 | 22.72 | 23.11 | 22.91 |
| 4 | 22.74 | 23.13 | 22.80 | 22.71 | 23.12 | 22.85 |
| 5 | 22.73 | 22.96 | 23.01 | 22.73 | 23.11 | 22.89 |

| Pecobaan | Suhu Dengan Thermometer | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Pagi 1 (08.12 – 09.20) | Siang 1 (14.20 – 15.22) | Sore 1 (15.53 – 16.52) | Pagi 2 (09.33 – 10.33) | Siang 2 (13.11 – 14.10) | Sore 2 (17.11 – 18.19) |
| 1 | 22.7 | 23.2 | 22.8 | 22.8 | 23.4 | 22.7 |
| 2 | 22.6 | 23.3 | 22.9 | 22.7 | 23.6 | 22.6 |
| 3 | 22.8 | 23.3 | 22.8 | 22.8 | 23.5 | 22.7 |
| 4 | 22.8 | 23.4 | 22.7 | 22.7 | 23.6 | 22.7 |
| 5 | 22.6 | 23.2 | 22.8 | 22.6 | 23.5 | 22.8 |

| Pecobaan | Debu Dengan Sensor | | | | | |
|----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Pagi Lan (08.12 – 09.20) | Siang Lan (14.20 – 15.22) | Sore Lan (15.53 – 16.52) | Pagi Wifi (09.33 – 10.33) | Siang Wifi (13.11 – 14.10) | Sore Wifi (17.11 – 18.19) |
| 1 | 95.193 | 357.735 | 322.606 | 44.232 | 324.168 | 123.028 |
| 2 | 70.198 | 394.428 | 425.029 | 81.755 | 269.743 | 49.089 |
| 3 | 820.665 | 271.721 | 215.247 | 47.154 | 416.205 | 56.406 |
| 4 | 180.513 | 355.552 | 237.367 | 73.751 | 383.529 | 39.741 |
| 5 | 140.946 | 388.811 | 382.374 | 216.925 | 400.972 | 44.199 |

Pengujian pembacaan suhu ruang server menggunakan sensor suhu dan thermometer mendapatkan nilai rata – rata antara 18°C - 27°C. Sedangkan sensor debu juga mampu membaca perubahan pembacaan data hingga 0 cf - 1500 cf saat ada kegiatan dalam ruang server dan 0 cf - 1000 cf ketika tidak ada kegiatan pada ruang server.

4.1.4 Hasil Pengujian Akurasi dan Kesesuaian Nilai Sensor

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Nilai Error Sensor

| Pecobaan | Hasil Perhitungan Nilai Error Sensor (%) | | | | | |
|---------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| | Hasil Error Lan – Thermo 1 | | | Hasil Error Wifi – Thermo 2 | | |
| | (08.12 – 09.20) | (14.20 – 15.22) | (15.53 – 16.52) | (09.33 – 10.33) | (13.11 – 14.10) | (17.11 – 18.19) |
| 1 | 0.04 | 0.77 | 0.30 | 0.26 | 1.28 | 0.70 |
| 2 | 0.39 | 1.37 | 0.13 | 0 | 2.03 | 1.54 |
| 3 | 0.21 | 1.37 | 0.26 | 0.35 | 1.65 | 0.92 |
| 4 | 0.26 | 1.15 | 0.44 | 0.04 | 2.03 | 0.66 |
| 5 | 0.57 | 1.03 | 0.92 | 0.57 | 1.65 | 0.39 |
| Rata - rata | 0.29 | 1.14 | 0.44 | 0.24 | 1.73 | 0.88 |
| Rata – Rata Total = 0.79 | | | | | | |

Dari tabel 4.2 diperoleh hasil perhitungan dari nilai error atau nilai akurasi sensor, pada perhitungan tersebut terdapat 5 kali perhitungan dalam 1 pengujian, sesuai dengan hasil pembacaan nilai dari sensor dan thermometer. Adapun hasil dari rata – rata nilai error tersebut dibedakan berdasarkan waktu, yaitu 0.29 % pada pukul 08.12 – 09.20, 0.24 % pada pukul 09.33 – 10.33, 1.73 % pada pukul 13.11 – 14.10, 1.14 % pada pukul 14.20 – 15.22, 0.44 % pada pukul 15.53 – 16.52, dan 0.88 % pada pukul 17.11 – 18.19, sehingga diperoleh rata – rata total error sebesar 0.79 %. Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa nilai akurasi sensor adalah baik dikarenakan rata – rata error yang dihasilkan oleh sensor

terhadap thermometer kecil yaitu kurang dari 3 %.

4.1.5 Hasil Pengujian QoS

Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Delay* Pada Web Server

| Delay Pada Web Server (ms) | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Pengujian | Pagi Lan (08.12 – 09.20) | Siang Lan (14.20 – 15.22) | Sore Lan (15.53 – 16.52) | Pagi wifi (09.33 – 10.33) | Siang wifi (13.11 – 14.10) | Sore Wifi (17.11 – 18.19) |
| 1. | 411.991 | 405.696 | 410.690 | 401.426 | 409.423 | 394.194 |
| 2. | 408.315 | 411.936 | 411.526 | 400.818 | 413.562 | 369.444 |
| 3. | 404.346 | 413.059 | 411.464 | 406.286 | 411.860 | 382.685 |
| 4. | 404.721 | 405.579 | 403.350 | 406.158 | 413.188 | 358.882 |
| 5. | 404.850 | 408.755 | 407.263 | 406.482 | 406.257 | 357.532 |
| Rata - rata | 407.343 | 409.005 | 410.084 | 404.234 | 410.608 | 372.547 |

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Throughput* Pada Web Server

| Throughput Pada Web Server (bits/s) | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Pengujian | Pagi Lan (08.12 – 09.20) | Siang Lan (14.20 – 15.22) | Sore Lan (15.53 – 16.52) | Pagi wifi (09.33 – 10.33) | Siang wifi (13.11 – 14.10) | Sore Wifi (17.11 – 18.19) |
| 1. | 590 | 601 | 594 | 599 | 587 | 617 |
| 2. | 593 | 590 | 589 | 608 | 584 | 644 |
| 3. | 605 | 585 | 606 | 615 | 588 | 625 |
| 4. | 604 | 633 | 606 | 595 | 586 | 667 |
| 5. | 606 | 596 | 597 | 595 | 618 | 680 |
| Rata - rata | 600 | 601 | 598 | 602 | 593 | 647 |

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Packet Loss* Pada Web Server

| Packet Loss Pada Web Server (%) | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Pengujian | Pagi Lan (08.12 – 09.20) | Siang Lan (14.20 – 15.22) | Sore Lan (15.53 – 16.52) | Pagi wifi (09.33 – 10.33) | Siang wifi (13.11 – 14.10) | Sore Wifi (17.11 – 18.19) |
| 1. | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0 | 0 | 0.1 |
| 2. | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0 | 0.3 |
| 3. | 0.1 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 |
| 4. | 0 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0 | 0.1 |
| 5. | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0 | 0.1 |
| Rata - rata | 0.08 | 0.12 | 0.16 | 0 | 0 | 0.12 |

Pengujian QoS menggunakan koneksi lan menghasilkan *delay* terbesar sebesar 410.084 ms dalam katagori kualitas sedang, *throughput* terbesar sebesar 601 bits/s, dan *packet loss* tertinggi sebesar 0.16 %. Sedangkan pengujian menggunakan koneksi wifi *delay* terbesar sebesar 410.608 ms, *throughput* terbesar sebesar 647 bits/s dan *packet loss* tertinggi sebesar 0.12%.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengujian sistem yang meliputi penyimpanan database, pembacaan suhu dan partikel debu oleh sensor, grafik dan data pembacaan debu dan suhu dapat ditampilkan pada web, hingga notifikasi untuk mengidentifikasi jika suhu ruang server berada diatas range 18°C - 27°C dan kondisi pada ruang server ketika partikel debu berada diatas range 0 cf – 1000 cf.

2. Pengujian pembacaan suhu ruang server menggunakan sensor suhu dan thermometer dari pukul 08.12 – 18.19 mendapatkan nilai rata – rata diantara 18°C - 27°C. Pada sensor debu sensor mampu membaca perubahan pembacaan data antara 0 cf - 1500 cf saat ada kegiatan dalam ruang server dan 0 cf – 1000 cf saat keadaan normal.
3. Pengujian akurasi sensor yang dilakukan sebanyak 5 kali pengujian dengan rentan waktu dari pukul 08.12 - 18.19 antara sensor suhu dan thermometer menghasilkan nilai rata – rata total error sebesar 0.79 %
4. Pengujian QoS menggunakan koneksi lan menghasilkan *delay* terbesar pada sore pukul 15.53 – 16.52 sebesar 410.084 ms, *throughput* terbesar terjadi pada siang pukul 14.20 – 15.22 sebesar 601 bits/s, dan *packet loss* tertinggi terdapat pada sore pukul 15.53 – 16.52 sebesar 0.16 %. Sedangkan pengujian menggunakan koneksi wifi *delay* terbesar terjadi pada siang pukul 13.11 – 14.10 sebesar 410.608 ms, *throughput* terbesar terjadi pada sore pukul 17.11 – 18.19 sebesar 647 bits/s dan *packet loss* tertinggi terjadi pada sore pukul 17.11 – 18.19 sebesar 0.12%.

5.2 Saran

1. Disarankan ntuk pengembang selanjutnya membuat perangkat *HVAC -nya*
2. Notifikasi tidak hanya berupa peringatan, dan data sudah bisa dikirim dengan notifikasi tersebut
3. Bisa auto refresh pada website

6. DAFTAR PUSTAKA

<http://eprints.polsri.ac.id/4397/2/File%20II.pdf>

<http://artikel-teknologi.com/hvac-heating-ventilating-and-air-conditioning/>

Abdullah, R. R., & Wibowo, A. (2016).

Monitoring Suhu Ruangan Server dengan Fuzzy Logic Metode Sugeno Menggunakan Arduino dan SMS. ., 1(1), 1-9

Siswanto, S., Gata, W., & Tanjung, R. (2017).

Kendali Ruang Server Menggunakan Sensor Suhu DHT 22, Gerak Pir dengan Notifikasi Email. Prosiding SISFOTEK, 1(1), 134-142.

Suherman, S., Andriyanto, I., & Dwiyatno, S. (2015). Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur Suhu Perangkat Server Menggunakan Sensor LM35 Berbasis SMS Gateway. *Prosisko:Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 2(1).

<https://www.it-jurnal.com/apa-yang-di-maksud-dengan-server/> (Diakses : 05-02-2018, pukul 18.30 WIB)

Final Datasheet BME280 Environmental sensor page 55 2014

<https://forum.pycom.io/topic/1519/power-up-wipy-from-raspberry-pi-3/3>

Grove - Dust Sensor User Manual 2015

Nazilah, D. D. (2016). Perancangan dan Implementasi Protokol Video Convergence pada Keluarga Narapidana Penghuni Lembaga Pemasarakatan Menggunakan Smartphone. *Jaringan Telekomunikasi Digital. Teknik Elektro. Politeknik Negeri Malang. Datasheet Raspberry Pi 3 Model B+*

Wibisono, L. A. (2016). Pengendalian "Rollbot" Menggunakan Android Melalui Bluetooth dan Arduino. *Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.*

Nurfadillah, R. (2017). Aplikasi Auto Reminder Waktu Penjemputan Anak Pada Sekolah Dasar Via Telegram Messenger Berbasis Absensi Fingerprint. *Jaringan Telekomunikasi Digital. Teknik Elektro. Politeknik Negeri Malang.*

Sidi, J. P. (2017). Pengembangan Sistem Pencarian Informasi pada Hadist Riwayat Bukhari. *Ilmu Komputer. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan*