

Implementasi *AHP (Analytical Hierarchy Process)* pada Sistem Proteksi *Optical Line Termination* Berbasis IoT

Ahmad Iqbal Fariky¹, Elvianto Dwi Hartono^{1,*}

¹ Fakultas Teknik, Prodi Informatika; Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya; Jl. Semolowaru 45 Surabaya, 031-5931800i; e-mail : iqbalahmad053@gmail.com, elvianto.evh@untag-sby.ac.id

* Korespondensi: e-mail: elvianto.evh@untag-sby.ac.id

Diterima: 13 Des 2022; Review: 4 Jan 2023; Disetujui: 12 Jan 2023; Diterbitkan: 12 Jan 2023

Abstract

The development of increasingly advanced technology follows the needs of the community, one of which is in the telecommunications world, namely FTTH (Fiber to the Home), a form of optical signal transmission from the service provider to the customer's home and optical fiber as a delivery medium. Deploying with FTTH technology can save costs and reduce operating costs and provide better services to customers. The OLT is connected to Fiber to the Home (FTTH). OLT or short for Optical Line Terminal, is an endpoint equipment in a passive optical network (PON). One of the problems faced is the unavailability of a monitoring system to determine the condition of the Optical Line Terminal device remotely. This tool monitoring system can monitor outdoor units based on unit humidity, control unit temperature based on air temperature conditions, detect fire with infrared sensors and ensure unit security with RFID. In this device, the device temperature monitor uses a maximum temperature input of 40 degrees Celsius and a heating fan power to increase the temperature. The DHT11 sensor detects device humidity based on humidity levels. For temperature control, the input temperature is not more or less than 20 - 40 °C. The output is in the form of turning on and off the heater or fan. For control conditions the humidity limit is not more than 30%. The remote monitoring system can display data on temperature, humidity, fire detection and security locks with RFID.

Keywords: fiber optic, IoT, network, optical line termination (OLT), RFID

Abstrak

Perkembangan teknologi yang semakin maju mengikuti kebutuhan masyarakat, salah satunya berada di dunia telekomunikasi yaitu *FTTH (Fiber to the Home)*, suatu bentuk transmisi sinyal optik dari penyedia layanan ke rumah pelanggan dan fiber optik sebagai media penghantar. Menyebarkan dengan teknologi *FTTH* dapat menghemat biaya dan mengurangi biaya pengoperasian serta memberikan layanan yang lebih baik kepada pelanggan. *OLT* terhubung ke *Fiber to the Home (FTTH)*. *OLT* atau kependekan dari *Optical Line Terminal*, adalah peralatan endpoint dalam jaringan optik pasif (*PON*). Salah satu masalah yang dihadapi adalah tidak tersedianya sistem monitoring untuk mengetahui kondisi perangkat *Optical Line Terminal* dari jarak jauh. Sistem monitoring alat ini dapat memantau unit outdoor berdasarkan kelembaban unit, mengontrol suhu unit berdasarkan kondisi suhu udara, mendeteksi api dengan sensor infra merah dan memastikan keamanan unit dengan *RFID*. Pada alat ini, pemantau tingkat suhu perangkat menggunakan suhu input maksimum 40 derajat Celcius dan daya kipas dihidupkan untuk mengimbangi suhu. Sensor *DHT11* mendeteksi kelembaban perangkat berdasarkan tingkat kelembaban. Untuk pengendalian suhu menggunakan input kondisi suhu tidak lebih atau kurang dari 20 - 40 °C. Outputnya berupa menghidupkan dan mematikan heater atau fan. Untuk kontrol kelembaban batas kondisi tidak lebih dari 30%. Sistem pemantauan jarak jauh dapat menampilkan data tentang suhu, kelembaban, deteksi api, dan keamanan kunci dengan *RFID*.

Kata kunci: fiber optic, IoT, network, optical line termination (OLT), RFID

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi telekomunikasi yang sangat pesat seakan mendorong manusia di seluruh dunia tak pernah puas dengan informasi serta teknologi komunikasi, terutama di Indonesia. GPON adalah teknologi yang mampu memberikan layanan dengan kecepatan hingga 2.4 Gbps untuk *upstream* dan *downstream*. Perkembangan layanan komunikasi yang tersedia di Indonesia saat ini ada dua jenis, yaitu melalui metode fisik kabel seperti telepon rumah maupun menggunakan metode sinyal digital seperti *handphone*. Migrasi kabel tembaga menuju kabel Fiber Optik yang memiliki kecepatan pengantaran data jauh lebih cepat dari pada kabel tembaga telah banyak diterapkan oleh banyak perusahaan yang bergerak dibidang Informasi dan Teknologi Komunikasi. PT.Telekomunikasi Indonesia (PT.Telkom) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berkonsentrasi pada bidang komunikasi, guna memenuhi kebutuhan informasi komunikasi demi kemajuan bangsa Indonesia. Dengan dilakukannya pembangunan infrastruktur tersebut diharapkan akan meningkatkan pemanfaatan teknologi informasi yang lebih maksimal lagi. Namun di samping pembangunan infrastruktur, menjaga jaringan yang sudah terbangun merupakan salah satu hal yang sangat penting guna menjaga kepuasan pelanggan yang sudah menggunakan layanan.

OLT atau kependekan dari *Optical Line Terminal* adalah perangkat keras titik akhir (endpoint) dalam jaringan optik pasif atau *passive optical network (PON)*. OLT memiliki keterkaitan dengan *Fiber to the Home (FTTH)*. *Fiber to the Home (FTTH)* yang juga disebut sebagai *Fiber to the Premises (FTTP)* adalah pemasangan dan penggunaan serat optik dari titik pusat langsung ke bangunan individu seperti tempat tinggal, gedung apartemen, dan bisnis untuk menyediakan akses internet berkecepatan tinggi yang belum pernah terjadi sebelumnya. Pada saat ini memonitoring dan keamanan perangkat OLT masih menggunakan metode konvensional, seperti perawatan masih dilakukan secara manual dan masih menggunakan keamanan manual.

Jika terjadi sesuatu pada kondisi alam yang tidak menentu setiap harinya seperti pada saat pagi hari cuaca cerah tiba-tiba siang atau sorenya terjadi hujan maka pada perangkat OLT juga menjadi terganggu. Dalam hal tersebut pasti tidak diinginkan sampai terjadi, maka untuk memaksimalkan proses perawatan perangkat OLT dapat menggunakan teknologi modern untuk memonitoring perangkat.

Latar belakang dari permasalahan tersebut adalah sering terjadinya gangguan massal dikarenakan kondisi suhu perangkat OLT yang *overhead* dan juga sering terjadi gangguan dikarenakan panel OLT yang lembab di kondisi tertentu mengakibatkan kerusakan pada perangkat OLT. Solusi permasalahan dapat diatasi dengan menerapkan sistem pemantauan jarak jauh yang dapat mengetahui tingkat suhu dan kelembaban panel perangkat OLT, serta keamanan panel perangkat OLT dengan mendeteksi bahaya kebakaran dan kunci pintu perangkat menggunakan *RFID* agar lebih aman dari tindakan kejahatan seperti pencurian maupun *vandalisme*. Untuk memudahkan pemantauan dapat menerapkan sistem yang dapat diakses dari jarak jauh. Dengan adanya alat ini diharapkan pemantauan perangkat dapat lebih

terjaga, lebih terkendali, dan mengurangi kesalahan faktor manusia sehingga perangkat lebih terjaga keamanannya.

1.1. Penelitian Terkait

Rancang bangun alat pendeteksi kebakaran berbasis *internet of things (IoT)* menggunakan sensor api *IR Flame Detection* yang berfungsi sebagai pendeteksi nyala api dan Modul WiFi ESP8266 dapat berfungsi sebagai *host* maupun sebagai modul transfer data dalam jaringan WiFi. Modul ini mempunyai pengolahan dan penyimpanan data yang baik sehingga memungkinkan untuk diintegrasikan dengan sensor dan perangkat lainnya melalui GPIO. Alat pendeteksi kebakaran menggunakan sensor IR Flame. Sensor berfungsi untuk mendeteksi adanya api besar pada rumah dan yang nantinya akan mengaktifkan alarm dan pompa secara otomatis sebagai pemadaman awal dan ketika api besar terdeteksi oleh sensor, maka Node Mcu akan mengirimkan notifikasi kepada Telegram pihak pemadam kebakaran (Bahari & Sugiharto, 2019).

Pada penelitian Baehaki pada 2017 menggunakan sistem keamanan pengendali pintu otomatis berbasis *Radio Frequency Identification (RFID)* Dengan Arduino Uno R3, dalam penelitiannya berhasil membuat sistem pengontrolan pintu secara otomatis sehingga sekolah dapat mengurangi biaya pengeluaran menjadi lebih ringan. Namun memiliki kekurangan kontrol pintu yang berjalan masih dengan cara manual yaitu petugas keamanan mengontrol pintu setiap hari (Baehaki, 2017).

Sistem monitoring suhu jarak jauh pada ruang server berbasis *internet of things* dalam penelitian Fatra dan Syazili membuat desain dan mengembangkan sistem untuk memantau suhu baik melalui website *thingspeak* dan aplikasi android virtuino. Sistem ini terdiri dari komponen utama yaitu NodeMC ESP8266 yang akan memperoleh sinyal input dari sensor temperature DHT11 dan data disimpan di database menggunakan jaringan internet. Perubahan temperatur akan direkam oleh sensor dan dikirim ke mikrokontroler yang dapat diakses melalui website ataupun perangkat *mobile*. Namun juga memiliki kekurangan membutuhkan koneksi *Wi-Fi* yang stabil untuk mengirimkan data ke *Things Server* yang ada menuju ke aplikasi (Fatra & Syazili, 2021).

Dalam penelitian Hasan pada 2020 menunjukkan bahwa kartu RFID pengaman pintu kelas di Politeknik Negeri Sriwijaya membantu perkuliahan meningkatkan keamanan, kenyamanan dan analisis secara deskriptif menemukan bahwa perangkat dapat berjalan secara efektif. Kekurangan dari system ini yaitu keamanan ruangan cerdas, pemantauan sistem dan efisiensi manajemen kelistrikan, sistem absensi siswa dengan menggunakan teknologi smartphone dan belum diimplementasikan ke seluruh ruangan di Jurusan Teknik Elektro (Hasan et al., 2020).

Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk *smart home* dalam penelitian Wicaksono dan Rahmatya, hasil pengujian alat sudah berjalan dengan baik dimana data semua sensor terkirim dan dapat tersimpan di *database*, pengaktifan dan penonaktifan secara manual dapat

dilakukan, gambar yang diambil terkirim ke aplikasi *Line* pengguna dengan persentase keberhasilannya 100% (Wicaksono & Rahmatya, 2020).

IoT based temperature and humidity monitoring framework dalam penelitian Rahman, hasil pengujian alat sudah berjalan dengan baik dan data semua sensor dapat terkirim serta tersimpan di *database*. Desain dan implementasi sistem pemantauan suhu dan kelembaban sudah berhasil mendapatkan hasil yang lebih baik tentang distribusi suhu dan kelembaban pusat data bertempat di Politeknik Muadzam Syah (Rahman et al., 2020).

Penerapan *IoT* untuk sistem kendali jarak jauh peralatan listrik rumah tangga berbasis Raspberry Pi. Dalam penelitian Ariawan hasil pengujian alat alat yang dirancang sudah bekerja dengan baik, yaitu lampu dapat menyala dan padam sesuai dengan perintah yang diberikan, infrastruktur *IoT* juga digunakan dalam pemantauan dan pengendalian peralatan listrik (Ariawan, 2020; Huda et al., 2021)

Internet of things menggunakan *firebase* dan *Nodemcu* untuk *helm* pintar. Dalam penelitian Prasetyawan tahun 2021, hasil pengujian alat yang dirancang sudah bekerja dengan baik, *nodeMCU* dan *firebase* mampu menghadirkan teknologi *internet of things* untuk *helm* pintar. *Helm* pintar teruji dengan baik dalam keadaan normal dan sesuai dengan fungsionalitasnya (Prasetyawan et al., 2021).

Sistem pendeteksi gerak memakai sensor PIR dan Raspberry Pi dalam penelitian Juliansyah, hasil pengujian alat Sensor PIR HC-SR501 bisa bekerja dengan baik, yaitu bisa mendeteksi objek bergerak menggunakan jarak lebih kurang 5 meter serta juga mampu mendeteksi objek dari sisi kanan, kiri serta depan (Juliansyah et al., 2021).

1.2. Analytical Hierarchy Process

Analytical Hierarchy Process artinya proses pengambilan keputusan ialah memilih suatu alternatif. Konsep utama pada *AHP* ialah sebuah hierarki fungsional menggunakan input utamanya persepsi manusia. Penggunaan hierarki, suatu persoalan yang rumit dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur sebagai suatu bentuk hierarki sehingga permasalahan akan tampak lebih struktur serta sistematis. *AHP* mempunyai banyak kelebihan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan. Contohnya adalah dapat digambarkan secara grafis sehingga mudah dipahami oleh seluruh pihak yang terlibat pada pengambilan keputusan.

1.3. Optical Line Termination

Optical Line Termination (OLT) adalah perangkat aktif yang mempunyai fungsi sebagai titik terakhir (*end-point*) dari layanan jaringan fiber optik pasif (*Passive Optical Network / PON*). Perangkat ini terdapat dua fungsi utama, yaitu:

- a. Mengubah antara sinyal listrik dan sinyal optik.
- b. Mengatur multiplexing pada perangkat lain di ujung jaringan yang dimana sering disebut dengan *Optical Network Terminal (ONT)* atau *Optical Network Unit (ONU)*.

OLT adalah penyedia *interface* antara sistem PON dengan penyedia layanan data atau *service provider*, video dan telepon. Untuk lokasi penempatan perangkat berada di *indoor*

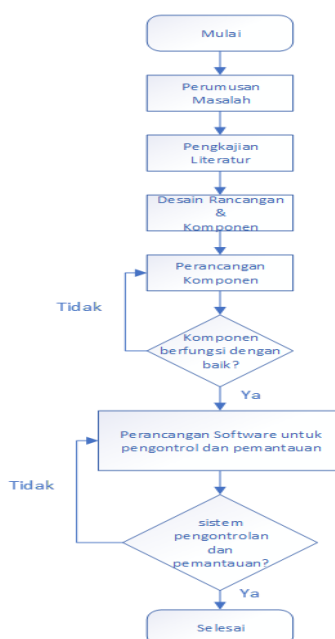
dan juga *outdoor*. Suhu normal pada perangkat yaitu 33°C dan suhu maksimalnya 44°C serta kelembabannya yaitu 30% - 60%.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* untuk dapat memproses pengambilan keputusan dari data yang diperoleh. pengiriman data dikirim kedalam *firebase* secara *real time*. Objek penelitian adalah untuk membuat alat monitoring perangkat *Optical Line Termination* menggunakan *smartphone* untuk mempermudah para teknisi pada saat memantau kondisi perangkat.

2.1. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian ada beberapa tahapan yang dilakukan, Gambar 1 merupakan *flowchart* dari proses penelitian, dimana penelitian dimulai dari perumusan masalah kemudian mencari berbagai referensi studi yang menjadi bahan pendukung penelitian, lalu dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras dan lunak, proses pengujian serta pengambilan data, evaluasi hingga akhirnya penelitian menghasilkan alat yang dimaksud.



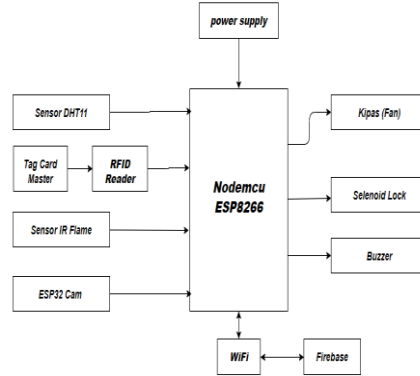
Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini dibuatlah model seperti blok diagram dan *flowchart system*. Pada Gambar 2 dijelaskan hubungan dari ketiga sensor di pada NodeMCU, kemudian data yang telah didapat akan diproses lalu dikirimkan untuk disusun kembali berdasarkan data hasil dari ketiga sensor tersebut. Sensor DHT11 akan memberikan data berupa nilai kelembaban ruangan perangkat dan nilai suhu °C ruangan, sensor *IR Flame* atau sensor api akan memberikan data berupa mendeteksi radiasi sinar *ultraviolet* yang dihasilkan oleh nyalanya api, *RFID* akan memberikan data berupa gelombang radio atau gelombang elektromagnetik.

Data dari pembacaan sensor kemudian dikirim ke *database Firebase* dimana data tersebut akan disimpan secara *real time*. Untuk user bisa melihat melalui tampilan di *smartphone* secara *real time*. Jika terdapat perubahan data secara signifikan maka akan keluar notifikasi di tampilan *Firebase* seperti terdeteksi adanya api dan di saat suhu *overhead*.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 2. Blok Diagram

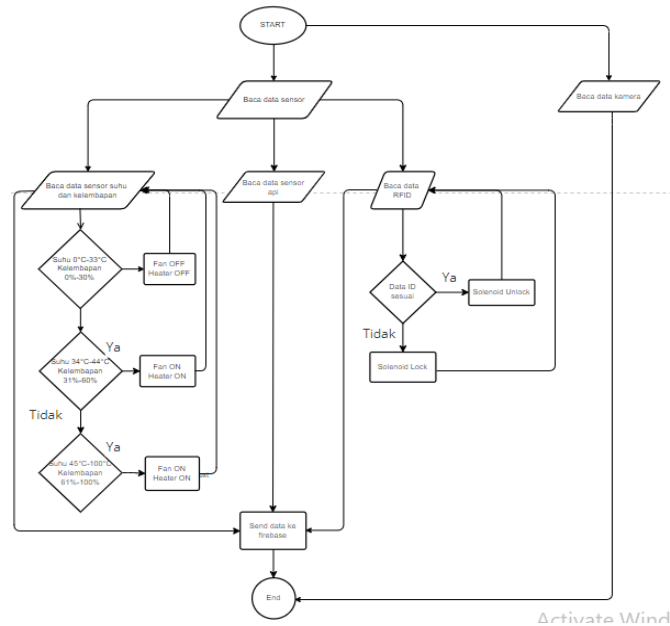
Pada Gambar 3 yaitu *flowchart* dari sistem yang menjelaskan bagaimana alur struktur program. Pertama-tama akan diperiksa melalui rancangan alat yang memiliki 3 parameter (suhu, kelembaban, dan kebakaran) yaitu dengan sensor yang digunakan DHT11 dan sensor IR Flame. Sensor-sensor tersebut terkoneksi dengan NodeMCU ESP8266. Data yang terdeteksi dari sensor akan diproses dan terintegrasi dengan *database Firebase*. Hasil data akan dikirimkan dan diproses ke *mobile* aplikasi menggunakan MIT App Inventor. Sesuai dengan kondisi yang sudah ditentukan sebelumnya, jika memang masuk ke dalam kriteria berbahaya (*OLT* tidak aman) atau aman (*OLT* aman) maka akan langsung mengirimkan informasi via aplikasi *mobile*.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 3. Flowchart System

Pada tahapan perancangan perangkat keras, peneliti melakukan desain dari sistem yang bekerja, dimana *flowchart* sistem arduino dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 4. *Flowchart* Sistem Arduino

3. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil dari penelitian ini akan dijelaskan bagaimana tes dari alat yang telah dikerjakan. Hasil pengujian ini akan dijadikan acuan sebagaimana untuk menyempurnakan sistem yang telah dikerjakan untuk pengembangan setelahnya.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 5. Rancangan *Prototype* Sistem Proteksi OLT

3.1. Hasil Pengujian Keseluruhan

Hasil pengujian keseluruhan yang dilakukan dari alat dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Pada Tabel 1 disajikan data hasil pengujian secara keseluruhan dari alat, menunjukkan bahwa dapat bekerja dengan optimal.

Tabel 1. Pengujian Suhu dan Kelembaban

No	Suhu terbaca pada DHT11 (°C)	Kelembaban	Relay	Fan
1	31.30 °C	71%	Bekerja	Padam
2	30.80 °C	71%	Bekerja	Padam
3	31.30 °C	77%	Bekerja	Padam
4	31.60 °C	80%	Bekerja	Padam
5	30.30 °C	75%	Bekerja	Padam
7	34.70 °C	69%	Bekerja	Menyala
8	31.80 °C	78%	Bekerja	Padam
9	31.80 °C	77%	Bekerja	Padam
10	31.70 °C	78%	Bekerja	Padam
11	31.40 °C	78%	Bekerja	Padam
6	34.20 °C	70%	Bekerja	Menyala
12	31.30 °C	78%	Bekerja	Padam
13	31.20 °C	76%	Bekerja	Padam
14	31.30 °C	76%	Bekerja	Padam
15	31.20 °C	76%	Bekerja	Padam
16	31.20 °C	77%	Bekerja	Padam
17	30.90 °C	77%	Bekerja	Padam
18	30.80 °C	77%	Bekerja	Padam
19	30.80 °C	76%	Bekerja	Padam
20	30.80 °C	75%	Bekerja	Padam
21	30.80 °C	74%	Bekerja	Padam
22	30.60 °C	74%	Bekerja	Padam
23	30.20 °C	74%	Bekerja	Padam
24	30.20 °C	75%	Bekerja	Padam
25	29.80 °C	75%	Bekerja	Padam
26	29.60 °C	74%	Bekerja	Padam
27	29.40 °C	74%	Bekerja	Padam
28	29.30 °C	75%	Bekerja	Padam

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Pada Tabel 2 disajikan data hasil pengujian sensor *flame* dengan jarak tertentu berhasil mendeteksi dengan baik.

Tabel 2. Pengujian *Flame* Sensor dengan Jarak

Pengujian	Jarak Cm	Kondisi Indikator Flame Sensor		Keterangan
		On	Off	
1	10	√		Berhasil
2	20	√		Berhasil
3	30	√		Berhasil
4	40	√		Berhasil
5	50	√		Berhasil
6	60	√		Berhasil
7	70	√		Berhasil
8	80	√		Berhasil
9	90	√		Berhasil
10	100		√	Tidak Berhasil

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

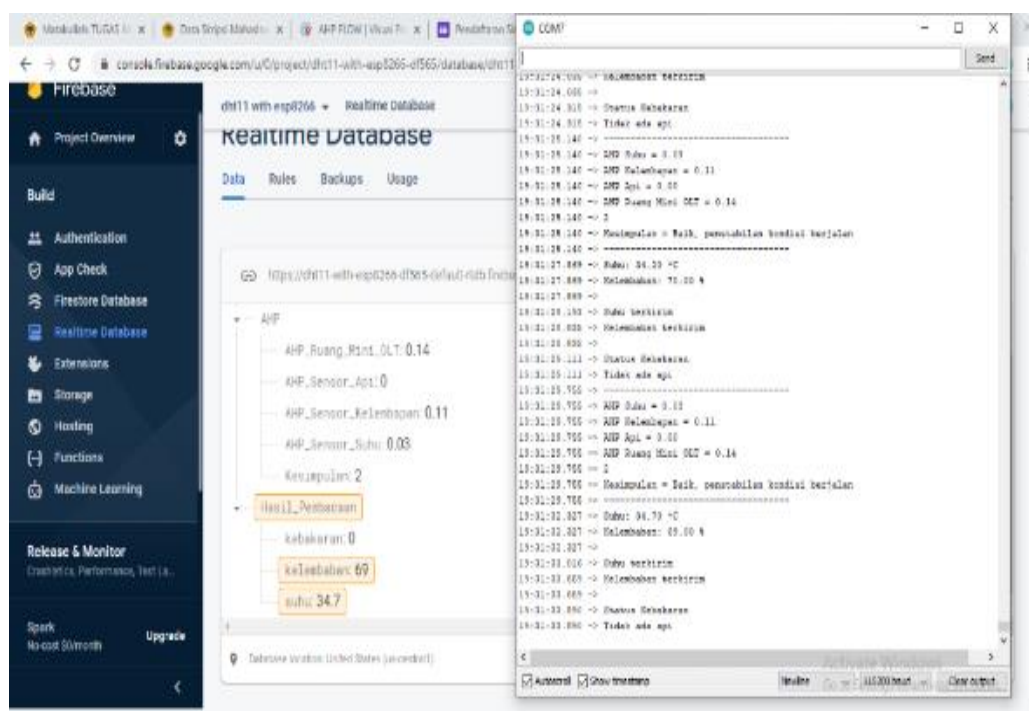
Pada Tabel 3 disajikan data hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal sensor PIR dalam mendeteksi pergerakan orang adalah 4,5 meter, lebih dari itu sensor PIR tidak bisa mendeteksi.

Tabel 3. Pengujian Sensor PIR

No.	Jarak (Meter)	Sensor PIR			
		1	2	3	4
1	0,5 m	1	1	1	1
2	1 m	1	1	1	1
3	1,5 m	1	1	1	1
4	2 m	1	1	1	1
5	2,5 m	1	1	1	1
6	3 m	1	1	1	1
7	3,5 m	1	1	1	1
8	4 m	1	1	1	1
9	4,5 m	1	1	1	1
10	5 m	0	0	0	0
11	5,5 m	0	0	0	0

Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Keterangan dari Tabel 3 adalah 1 = Terdeteksi dan 0 = Tidak Terdeteksi. Pada Gambar 6 merupakan tampilan pada *database* yang berisikan informasi yang didapat dari seluruh sensor yang terpasang secara keseluruhan dan dikirim kedalam *firebase* secara *real time* pada alat.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 6. Data *Realtime Firebase*

Pada Gambar 7 adalah hasil tampilan *AHP* berdasarkan data sensor dan *survey* urgensi penyebab gangguan yang diperoleh dari *survey* tim *maintenance* ruang mini *OLT* dan data yang dikirim tersebut lalu ditampilkan.



Sumber: Hasil Penelitian (2022)

Gambar 7. Tampilan *Analytical Hierarchy Process*

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam diambil kesimpulan bahwa: a) Pembuatan alat dan perangkat android dapat digunakan dan berfungsi dengan baik, b) Metode AHP dapat berfungsi dengan baik digunakan untuk mencari nilai optimal luaran pada sistem proteksi *Optical Line Termination* berbasis IoT, c) Berdasarkan hasil uji coba, perancangan dan pembangunan sistem berjalan dengan baik sesuai dengan rencana awal pembuatan, d) Pembuatan perangkat android untuk memonitoring hasil sensor yang digunakan berjalan dan berfungsi dengan baik, e) Pengiriman data dari arduino ke *firebase* menggunakan internet berfungsi dengan baik. Adapun untuk pengembangan penelitian dapat dilakukan pengembangan dengan meningkatkan kualitas perangkat keras. Untuk tampilan lainnya dapat menggunakan *UI (User Interface)* yang lebih bagus lagi.

Daftar Pustaka

- Ariawan, K. U. (2020). Penerapan IoT Untuk Sistem Kendali Jarak Jauh Peralatan Listrik Rumah Tangga Berbasis Raspberry PI. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 9(3), 292. <https://doi.org/10.23887/janapati.v9i3.23264>
- Baehaki, D. (2017). Sistem Keamanan Pengendali Pintu Otomatis Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) Dengan Arduino Uno R3. *Jurnal Sisfotek Global*, 7(1), 35–41.
- Bahari, W. P., & Sugiharto, A. (2019). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT) [University of Technology Yogyakarta]. In *eprints.uty.ac.id* (Vol. 1). <http://eprints.uty.ac.id/3322/>
- Fatra, D., & Syazili, A. (2021). Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Pada Ruang Server Berbasis Internet Of Things. *Bina Darma Conference on Computer Science (BDCCS)*, 401–408. <https://conference.binadarma.ac.id/index.php/BDCCS/article/view/2121>
- Hasan, Y., Abdurrahman, Wijanarko, Y., Muslimin, S., & Maulidda, R. (2020). The Automatic Door Lock to Enhance Security in RFID System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012132>
- Huda, S., Imansah, T. B., & Hartono, E. D. (2021). Prototipe Monitoring Daya Listrik dan Pengendalian Perangkat Elektronik Skala Industri Berbasis IoT di CV. Wellracom Nusantara Surabaya. *JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan)*, 6(3), 1. <http://ejurnal.unmerpas.ac.id/index.php/informatika/article/view/340/120>
- Juliansyah, A., Ramlah, R., & Nadiani, D. (2021). Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry PI. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 2(4), 199–205. <https://doi.org/10.35746/jtim.v2i4.113>
- Prasetyawan, P., Samsugi, S., & Prabowo, R. (2021). Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar. *Jurnal ELTIKOM*, 5(1), 32–39. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v5i1.239>
- Rahman, R. A., Hashim, U. R., & Ahmad, S. (2020). IoT Based Temperature and Humidity Monitoring Framework. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(1), 229–237.

<https://doi.org/10.11591/eei.v9i1.1557>

Wicaksono, M. F., & Rahmatya, M. D. (2020). Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 10(1), 40–51.
<https://doi.org/10.34010/jati.v10i1.2836>