

RANCANG BANGUN JARINGAN *WIRELESS* PTMP DENGAN ACL UNTUK Mendukung SISTEM PENDETEKSI SUHU DAN KELEMBAPAN

Putri Hidayah Ilra¹, Maghfirah Sekar Tanjung², Daniel Halomoan Saragi Napitu³

Teknik Telekomunikasi^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

putrihidayahilra@students.polmed.ac.id¹, maghfirahsekartanjung@students.polmed.ac.id²,
daniel.napitu@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan jaringan *wireless* PTMP dengan ACL untuk mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan secara *real-time* di ruang *server*. Langkah pertama adalah membuat infrastruktur jaringan *wireless* PTMP. Selanjutnya, ACL akan diterapkan untuk memastikan hanya perangkat yang diotorisasi dapat mengakses jaringan, meningkatkan keamanan data. Setelah itu, sistem pendeteksi suhu dan kelembapan akan dirancang dengan merangkai komponen ESP32, LCD, dan sensor DHT11. Data dari sensor akan dikirimkan melalui jaringan PTMP ke laptop untuk ditampilkan secara jarak jauh pada *webserver*, dan ditampilkan secara lokal melalui LCD. Jaringan *wireless* yang telah dirancang dapat mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan untuk mentransmisikan data ke dua laptop melalui *webserver* dengan jarak 27 m. Saat proses pentransmisi data berlangsung, waktu *Round Trip Time* (RTT) maksimal yang diperoleh berada di bawah 300 ms dan hanya terjadi satu kali kehilangan paket data. Hal tersebut menunjukkan proses pentransmisi data secara keseluruhan berhasil dilakukan dengan koneksi jaringan stabil. Penerapan ACL pada jaringan mengizinkan 2 IP *address* dan menolak 4 IP *address* untuk dapat mengakses data suhu dan kelembapan sensor.

Kata Kunci : Jaringan *Wireless* PTMP, ACL, ESP32, Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembapan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ruang *server* adalah area khusus untuk komputer *server* dan perangkat jaringan seperti *router*, *hub*, dan *switch*, yang sangat penting bagi penyediaan layanan data bagi klien (M.A. A., Jamaludin. I., & Rizky. P. A., 2021). Standar keamanan yang meliputi suhu, kelembapan, kebakaran, dan akses orang luar sangat penting untuk melindungi perangkat dalam ruangan tersebut (Muhammad. F. A., Rochim. F. A., & Widiyanto. E. D., 2019). Penelitian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi suhu dan kelembapan berperan penting dalam menjaga standar keamanan di ruang *server*. Suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan kinerja perangkat dan mengganggu transmisi data dalam jaringan, sehingga diperlukan perangkat yang memonitoring kondisi ini secara efektif (Muhammad. F. A., Rochim. F. A., & Widiyanto. E. D., 2019).

Sistem IoT semakin banyak digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan melalui jaringan internet, namun jaringan lokal atau intranet juga dapat menjadi solusi yang lebih aman dan efisien. Keamanan data juga sangat penting, terutama untuk melindungi informasi sensitif yang disimpan di *server* (Santoso. G., Samuel. K., & Slamet. H et al., 2019). Dengan menggunakan *Access Control List* (ACL), akses ke data bisa dibatasi hanya untuk pihak berwenang, sehingga integritas data tetap terjaga (Fadhil. A., Umi. T. K., & Hendri. A., 2022). Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* (PTMP) dengan ACL, yang dapat mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan di ruang *server* dengan keamanan yang lebih baik.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan tersebut, maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun jaringan *wireless* PTMP yang baik untuk mendukung koneksi sistem pendeteksi suhu dan kelembapan yang di-monitoring jarak jauh dari *webserver*?
2. Bagaimana implementasi ACL pada Jaringan *wireless* PTMP dapat meningkatkan keamanan dan integritas data yang dikirimkan, serta mencegah akses yang tidak diotorisasi?

3. Bagaimana jaringan *Wireless PTMP* yang dirancang dapat mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan untuk menampilkan data suhu dan kelembapan melalui *webservice* dan LCD I2C secara *real-time*?

Batasan Penelitian

Adapun beberapa batasan yang diterapkan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menerapkan sistem pendeteksi suhu dan kelembapan di ruang *server*, dengan suhu minimal 14°C dan maksimal 32°C.
2. Pengujian dilakukan pada jaringan *Wireless PTMP* skala kecil dengan jarak uji coba maksimum 27 meter dan menggunakan 2 laptop.
3. Pengujian penelitian ini menerapkan ACL pada 6 IP *address* laptop.
4. Antarmuka web pada ESP32 memiliki keterbatasan dalam desain UI, *database*, dan fitur dibandingkan dengan platform monitoring yang lebih canggih.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah merancang dan membangun jaringan *Wireless PTMP* dengan ACL untuk mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan di ruang *server*, dan melakukan analisa terhadap hasil pengujian yang didapatkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan *Wireless Point-To-Multipoint (PTMP)*

Jaringan *Wireless PTMP* adalah sebuah konfigurasi jaringan yang melibatkan satu titik pusat atau *base station* yang berkomunikasi dengan beberapa titik akhir atau *client stations*. Dalam jaringan ini, *base station* bertindak sebagai hub yang mengelola lalu lintas data antara perangkat pusat dan perangkat klien. Jaringan *PTMP* memungkinkan satu sumber internet atau data untuk didistribusikan ke beberapa lokasi berbeda, sehingga sangat efisien untuk area yang luas atau terpencil. Beberapa komponen utama yang dibutuhkan dalam jaringan *PTMP* adalah *Access Point (AP)* dan *Client Stations*, yang berperan sebagai penghubung ke perangkat pengguna akhir.

Access Control List (ACL)

ACL merupakan daftar aturan yang digunakan untuk mengatur lalu lintas jaringan, baik mengizinkan maupun memblokir akses berdasarkan alamat IP, *port*, dan protokol tertentu. Fungsi utama ACL dalam jaringan *PTMP* adalah membatasi akses hanya untuk perangkat yang diotorisasi dan menolak perangkat yang tidak dikenal, sehingga meningkatkan keamanan data. ACL juga berfungsi untuk mengelompokkan lalu lintas data, yang dapat mengoptimalkan kinerja jaringan. Terdapat 2 jenis ACL, yaitu *Standard ACL* dan *Extended ACL*, di mana *Extended ACL* menawarkan pengaturan yang lebih detail dengan menggunakan IP sumber dan tujuan, protokol, serta nomor *port*.

Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembapan

Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan di lingkungan tertentu. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi suhu dalam rentang 0°C hingga 50°C, dengan toleransi $\pm 2^\circ\text{C}$, dan kelembapan antara 20% hingga 90%, dengan toleransi $\pm 5\%$. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data dari sensor DHT11 dan mengirimkannya melalui jaringan Wi-Fi ke *webservice* atau perangkat lain. ESP32 dilengkapi dengan fitur Wi-Fi dan *Bluetooth* yang memungkinkan komunikasi nirkabel. Data suhu dan kelembapan juga dapat ditampilkan pada LCD I2C untuk pemantauan lokal.

Penelitian Terdahulu

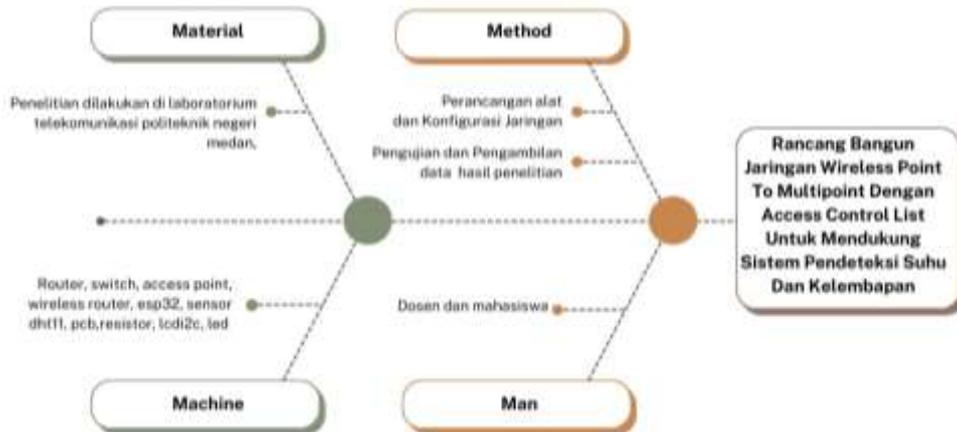
Beberapa penelitian terkait jaringan *Wireless PTMP* dan sistem pendeteksi suhu dan kelembapan telah dilakukan. Penelitian oleh Ian Mahesa Gilang Setyawan (2016) membahas optimalisasi konfigurasi jaringan *PTMP* untuk sistem keamanan, sementara penelitian oleh Dody Hidayat dan Ika Sari (2021) meneliti monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT menggunakan ESP8266 dan sensor DHT11. Hasil penelitian ini memberikan landasan bagi pengembangan sistem pendeteksi suhu dan kelembapan yang lebih handal, yang menjadi fokus utama penelitian ini dengan

memanfaatkan Jaringan *Wireless* PTMP dan ACL untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi transmisi data dalam sistem tersebut.

Penelitian ini menggabungkan konsep-konsep dari penelitian sebelumnya untuk mengembangkan jaringan *wireless* PTMP yang dilengkapi dengan ACL, yang diharapkan dapat mendukung sistem pemantauan suhu dan kelembapan secara efektif dan aman.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, bagan alur penelitian akan digambarkan berdasarkan diagram alir *fishbone* yang terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Bentuk *Fishbone* Diagram Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian Rancang Bangun Jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* Untuk Mendukung Sistem Pendeteksi Suhu Dan Kelembapan dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Medan.

Parameter Pengukuran Dan Pengamatan

Terdapat beberapa parameter pengukuran dan pengamatan yang diterapkan dalam penelitian ini, yaitu pengukuran persentase packet *loss*, dan waktu transmisi data, kesesuaian data suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembapan (%) yang ditampilkan di LCD dan *webserver*, serta berhasil atau tidaknya penerapan *Access Control List* pada Jaringan *Wireless Point-To-Multipoint*.

Model Penelitian

Model yang digunakan dalam penelitian adalah model ekperimental yaitu pengujian langsung ke alat.

Rancangan Penelitian

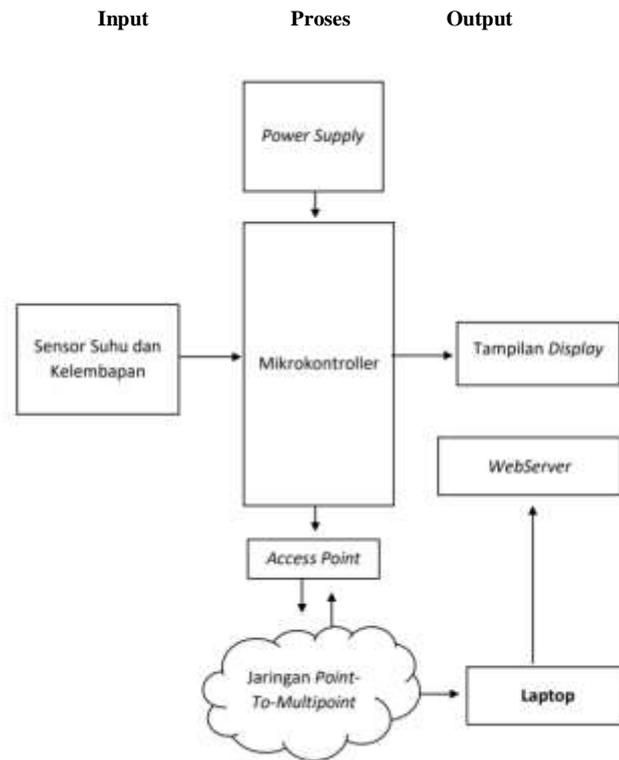
Dalam penelitian ini, rancangan penelitian dari awal hingga akhir digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

Bagan alur penelitian yang terdapat pada gambar 2 menjelaskan proses penelitian yang dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh pemahaman tentang penelitian yang dilakukan. Setelah memperoleh pemahaman yang cukup, peneliti merancang sistem pendeteksi suhu dan kelembapan. Langkah berikutnya adalah merancang topologi jaringan yang akan menghubungkan dan mengintegrasikan sistem dengan *webserver*. Setelah perancangan selesai, jaringan diintegrasikan dengan sistem pendeteksi, diikuti oleh pengujian untuk memastikan bahwa seluruh sistem bekerja sesuai rencana. Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem, dan akhirnya, seluruh proses didokumentasikan dalam laporan lengkap yang merangkum temuan dan kesimpulan penelitian. Proses ini berakhir setelah laporan selesai disusun.

Selain itu, terdapat juga blok diagram yang mendukung perancangan penelitian ini, seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram

Penjelasan Blok Diagram:

- Input

Pada bagian input, terdapat sensor suhu dan kelembapan. Untuk menjalankan sensor ini, diperlukan power supply seperti charger android 5V dan mikrokontroler seperti ESP32. Sensor ini akan mengukur suhu dan kelembapan di ruang *server* dan memberikan input berupa data analog ke mikrokontroler.

- Proses

Pada bagian proses, terdapat mikrokontroler, *Access Point*, dan jaringan *Wireless Point-To-Multipoint*. Mikrokontroler akan memproses data yang diterima dari sensor suhu dan kelembapan. Mikrokontroler ini mengambil data analog dari sensor tersebut. Lalu, data analog dari sensor dikonversi menjadi nilai suhu dan kelembapan yang dapat dipahami oleh sistem. Dari data yang diperoleh, mikrokontroler akan melakukan pengiriman data ke *webserver* yang dihasilkan oleh mikrokontroler itu sendiri menggunakan jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* dan *Access Point* untuk mengirim data ke *webserver*. *Access Point* berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler ke jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* untuk komunikasi jarak jauh dengan *webserver*. Pengaksesan data pengukuran suhu dan kelembapan pada *webserver* dari jarak jauh dapat dilihat dari laptop. Data suhu dan kelembapan secara langsung ditampilkan di ruang *server* melalui tampilan *display* (LCD).

- Output

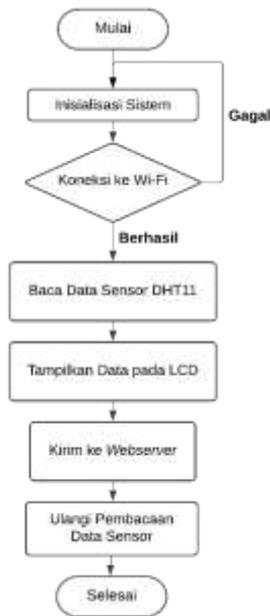
Pada bagian output, terdapat LCD dan *webserver*. LCD akan menampilkan data suhu dan kelembapan secara langsung di ruang *server*. *Webserver* tempat data suhu dan kelembapan ditampilkan secara online untuk pemantauan jarak jauh melalui laptop atau perangkat lain yang terhubung ke *webserver*.

Metode Pengujian Alat

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari tiap titik pada topologi jaringan. Uji coba dilakukan dengan menggunakan Packet Internet Network Groper (PING) sebagai uji coba pengujian jaringan, *webserver* dan LCD sebagai pengujian tampilan data suhu/kelembapan secara lokal dan jarak jauh.

Metode Pengolahan/Analisa Data

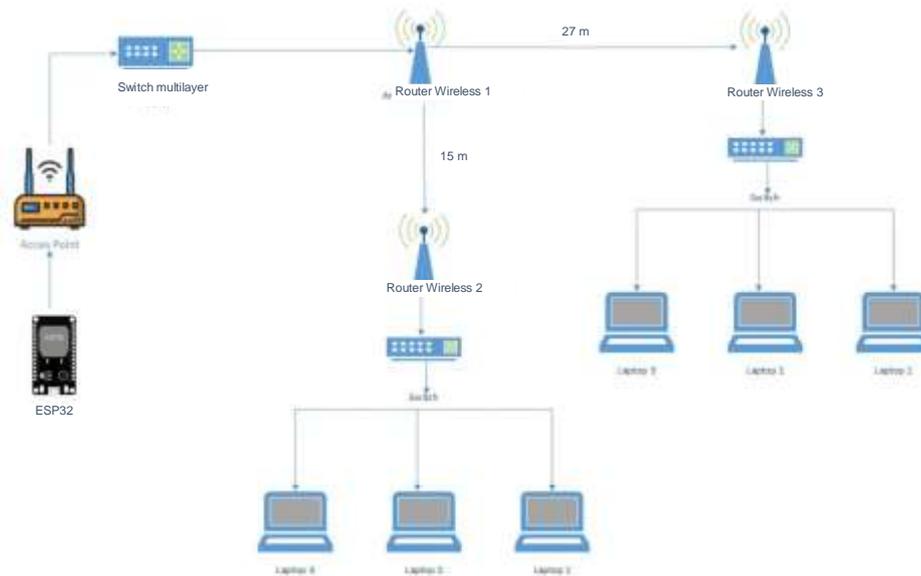
Teknik analisis data yang digunakan pada pengujian jaringan *Point-To-Multipoint*, yaitu dengan menganalisis waktu penerimaan, pengiriman, serta *packet loss*, dan *throughput* data saat proses penstransmisian data berlangsung. Selain itu, pada pengujian sistem pendeteksi suhu dan kelembapan teknik analisis yang digunakan, yaitu dengan menganalisis kesesuaian tampilan data suhu dan kelembapan yang tampil baik di *webservice* maupun LCD. Dan teknik analisis data pada pengujian ACL, yaitu dengan menganalisis alamat IP yang ditolak dan diizinkan aksesnya ke sistem pendeteksi suhu dan kelembapan. Adapun prinsip kerja dari jaringan dan sistem akan digambarkan pada topologi jaringan dan *flowchart* pada gambar.



Gambar 4. *Flowchart* Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembapan

Berikut ialah penjelasan *flowchart* yang terdapat pada gambar 4:

1. Mulai: Sistem dimulai.
2. Inisialisasi Sistem: Sistem melakukan inisialisasi untuk mempersiapkan semua komponen yang diperlukan.
3. Koneksi ke Wi-Fi: Sistem mencoba menghubungkan ke jaringan Wi-Fi.
4. Jika koneksi gagal, sistem akan kembali mencoba menghubungkan ke Wi-Fi.
5. Jika koneksi berhasil, sistem melanjutkan ke langkah berikutnya.
6. Baca Data Sensor DHT 11: Sistem membaca data dari sensor DHT 11 yang mengukur suhu dan kelembapan.
7. Tampilkan Data pada LCD: Data yang telah dibaca dari sensor ditampilkan pada layar LCD.
8. Kirim ke Web Server: Data yang telah dibaca juga dikirim ke *server* web untuk penyimpanan atau analisis lebih lanjut.
9. Ulangi Pembacaan Data Sensor: Sistem kembali membaca data dari sensor dan mengulangi langkah-langkah sebelumnya (menampilkan data pada LCD dan mengirimkan ke web *server*).
10. Selesai: Proses selesai.



Gambar 5. Topologi Jaringan

Berikut adalah penjelasan topologi jaringan yang terdapat pada gambar 5:

Hal pertama yang perlu dilakukan untuk dapat membangun jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* yang dapat mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan adalah mendapatkan alamat IP dari ESP32 sebagai *webserver*. Konfigurasikan SSID (*Service Set Identifier*) dan kata sandi dalam program dari sumber Wi-Fi yang dihasilkan oleh *Access Point* yang berfungsi sebagai *range extender*. Setelah itu, atur IP statis, *gateway default*, dan *subnet mask* pada konfigurasi program agar ESP32 mendapatkan IP statis untuk mengakses *webserver* di *browser* laptop. Selanjutnya, *switch multilayer* berfungsi sebagai *router* dan *gateway* untuk komunikasi data antar jaringan. *Port* kelima terhubung ke *Access Point* dan *port* keenam ke *router wireless 1* yang berfungsi sebagai *access point*, masing-masing dengan jaringan berbeda. *Switch multilayer* dikonfigurasi dengan DHCP untuk mendistribusikan IP ke *Access Point*, dan kemudian akan ada koneksi antara ESP32 dan *switch multilayer*. *Switch multilayer* kemudian terhubung ke *router wireless 1* yang mengarahkan lalu lintas data dari ESP32 ke beberapa *router wireless* klien, yang masing-masing terhubung ke beberapa laptop untuk menampilkan data di *webserver*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian Jaringan *Wireless Point-To-Multipoint*

Hasil pengujian menggunakan laptop 1 di *indoor* ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian menggunakan Laptop 1 di *Indoor*

Pengujian	Ping Statistic (byte)			Waktu Round Trip (ms)		
	Dikirim	Diterima	Loss	Mini-Mum	Maksi-Mum	Rata-rata
1	10	10	0	27	122	66
2	10	10	0	42	266	157
3	10	10	0	49	111	65
4	10	10	0	50	110	73
5	10	10	0	63	299	125
6	10	10	0	40	120	80
7	10	10	0	19	110	66
8	10	10	0	30	116	77
9	10	10	0	30	126	77
10	10	10	0	27	133	79

Hasil pengujian menggunakan laptop 2 di *indoor* ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian menggunakan Laptop 2 di *Indoor*

Pengujian	Ping Statistic (byte)			Waktu Round Trip (ms)		
	Dikirim	Diterima	Loss	Mini-Mum	Maksi-Mum	Rata-rata
1	10	10	0	36	132	77
2	10	10	0	29	126	90
3	10	9	1	68	124	92
4	10	10	0	48	84	64
5	10	10	0	40	128	99
6	10	10	0	32	95	58
7	10	10	0	26	128	71
8	10	10	0	63	122	94
9	10	10	0	82	122	97
10	10	10	0	29	124	74

Hasil pengujian menggunakan laptop 1 di *outdoor* ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian menggunakan Laptop 1 di *Outdoor*

Pengujian	Ping Statistic (byte)			Waktu Round Trip (ms)		
	Dikirim	Diterima	Loss	Mini-Mum	Maksi-Mum	Rata-rata
1	10	10	0	32	220	108
2	10	10	0	42	115	82
3	10	10	0	40	127	77
4	10	10	0	28	348	112
5	10	10	0	44	212	119
6	10	10	0	78	365	162
7	10	10	0	86	758	250
8	10	10	0	35	158	93
9	10	10	0	63	188	118
10	10	10	0	53	226	144

Hasil pengujian menggunakan laptop 2 di *outdoor* ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian menggunakan Laptop 2 di *Outdoor*

Pengujian	Ping Statistic (byte)			Waktu Round Trip (ms)		
	Dikirim	Diterima	Loss	Mini-Mum	Maksi-mum	Rata-rata
1	10	10	0	77	299	126
2	10	10	0	50	141	94
3	10	10	0	33	208	112
4	10	10	0	54	468	168
5	10	10	0	33	142	95
6	10	10	0	62	157	103
7	10	10	0	47	226	106
8	10	9	1	38	273	94
9	10	10	0	29	410	133
10	10	10	0	37	422	154

Pengujian Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembapan

Pengujian dilakukan dengan melihat kesesuaian tampilan data suhu dan kelembapan pada LCD yang berada di *indoor* dan *webservice* yang berada di laptop 1 dan 2. Adapun hasil pengujian yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Di *Indoor* dan *Outdoor*

Laptop	Lokasi	Webservice		LCD	
		Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
Laptop 1	<i>Indoor</i>	14,40	87	14,40	87
	<i>Outdoor</i>	32	71	32	71
Laptop 2	<i>Indoor</i>	14,40	87	14,40	87
	<i>Outdoor</i>	32	71	32	71

Pengujian *Access Control List* (ACL)

Setiap pengujian dilakukan sebanyak 1 kali saja untuk mengetahui IP *address* yang mana yang berhasil dan gagal dalam mengakses data suhu dan kelembapan pada *webserver* di laptop. Adapun hasil pengujian yang didapatkan terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Access Control List*

No.	IP Address Sumber	IP Address Tujuan	Hasil
1.	172.16.100.12	172.16.10.100	Berhasil
2.	172.16.100.200	172.16.10.100	Gagal
3.	172.16.100.201	172.16.10.100	Gagal
4.	172.16.100.11	172.16.10.100	Berhasil
5.	172.16.100.100	172.16.10.100	Gagal
6.	172.16.100.101	172.16.10.100	Gagal

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan, maka rancang bangun jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* yang dilengkapi dengan konfigurasi ACL untuk mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan berhasil dilakukan. Hal itu dibuktikan dengan ujicoba ping yang hampir keseluruhan berhasil dari laptop ke sistem pendeteksi suhu dan kelembapan melalui jaringan yang digunakan, tampilan data suhu dan kelembapan pada LCD dan *webserver* sifatnya responsif, dan uji coba ping ACL sesuai dengan list aturan akses yang telah dikonfigurasi pada *switch multilayer*. Adapun uji coba ping yang gagal dilakukan bisa disebabkan karena adanya gangguan atau interferensi jaringan saat proses pentransmisi data berlangsung.

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwasannya implementasi jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* yang baik dan benar itu ditentukan oleh beberapa faktor yaitu adanya kehilangan paket data dan lama waktu transmisi data dari laptop ke sistem pendeteksi suhu dan kelembapan. Hal itu dapat terjadi karena pengaruh jarak, adanya faktor dari lingkungan yang menyebabkan jaringan tersebut bekerja kurang optimal dalam melakukan proses pentransmisi data. Faktor lingkungan tersebut bisa berupa gangguan dari jaringan lain, adanya hambatan seperti orang yang lewat atau dinding dan material lain yang mengganggu proses pentransmisi data. Maka dari itu, untuk dapat membangun jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* yang baik dan benar, perlulah untuk memastikan lingkungan dalam keadaan kondusif, tidak terdapat hambatan yang dapat mengganggu kinerja jaringan. Selain itu, faktor dari perangkat keras yang digunakan juga menjadi pengaruh baik atau tidaknya kinerja jaringan tersebut, oleh karena itu, pastikan semua perangkat keras saling terhubung satu sama lain dalam suatu jaringan.

Penggunaan ACL pada jaringan ini dapat meningkatkan keamanan data yang akan dikirimkan dari sistem pendeteksi suhu dan kelembapan ke laptop. ACL akan memblokir akses pengguna yang tidak diizinkan dan akan mengizinkan akses berdasarkan list yang telah diatur pada konfigurasinya. Dalam hal ini, list dibuat berdasarkan IP *address* yang digunakan oleh para pengguna laptop yang akan mengakses alat tersebut. ACL juga dapat membuat perangkat lain saling melakukan transmisi data tanpa mengganggu kinerja perangkat yang berkerja dalam satu jaringan, atau dalam hal ini yaitu sistem pendeteksi suhu dan kelembapan dengan laptop pengguna.

Data suhu dan kelembapan dari sistem yang ditampilkan melalui LCD dan *webserver* memiliki kemampuan untuk menampilkan data suhu dan kelembapan secara *real-time*, hanya saja LCD dapat langsung menampilkan data di tempat sistem itu berada, sedangkan *webserver* dapat menampilkan data secara jarak jauh. Dengan adanya konfigurasi jaringan *Point-To-Multipoint* yang baik dan benar dilengkapi dengan penggunaan ACL, tentunya sistem pendeteksi suhu dan kelembapan akan bekerja optimal.

SIMPULAN

Jaringan *Wireless Point-To-Multipoint* (PTMP) yang dirancang mampu mendukung sistem pendeteksi suhu dan kelembapan untuk mentransmisikan data ke dua laptop melalui *webserver* pada jarak 27 m, dengan waktu Round Trip Time (RTT) maksimal di bawah 300 ms dan hanya satu

kali kehilangan paket data, menunjukkan transmisi data yang stabil. Data suhu dan kelembapan yang ditampilkan pada webserver di laptop 1 dan 2 sesuai dengan hasil pembacaan di LCD sistem, dengan suhu indoor 14,40 °C dan kelembapan 87%, serta suhu outdoor 32 °C dan kelembapan 71%, meski perlu dilakukan muat ulang untuk update data terbaru dengan delay 1 detik. Penerapan Access Control List (ACL) pada jaringan ini berhasil membatasi akses ke data suhu dan kelembapan hanya untuk 2 dari 6 IP address yang diizinkan, menjaga keamanan data dari akses yang tidak sah.

SARAN

Saran pengembangan dari penelitian ini meliputi integrasi dengan sistem alarm kebakaran atau pendingin ruangan untuk respon otomatis, pengujian pada jarak yang lebih jauh guna mengetahui keandalan kinerja jaringan dalam transmisi data, serta menampilkan data suhu dan kelembapan secara real-time tanpa perlu muat ulang. Selain itu, integrasi database pada webserver disarankan agar dapat membaca log data suhu dan kelembapan lama dan terbaru, serta penggunaan protokol keamanan seperti SSL/TLS pada antarmuka webserver untuk melindungi data pengguna dari potensi penyadapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, terkhusus kepada P3M (Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) Politeknik Negeri Medan, dan dosen pembimbing.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian Agustyan, M., & Rizky Pratama, A. (2021). Monitoring Suhu Dan Kelembapan Pada Ruang Server Berbasis Arduino Dengan Notifikasi Email. *Ii*(1).
- Fahmi Awaj, M., Rochim, A. F., & Widiyanto, D. (2021). Makalah Seminar Tugas Akhir Sistem Pengukur Suhu Dan Kelembapan Ruang Server. Hidayat, D., & Sari, I. (2021, April 1). Monitoring Suhu Dan Kelembapan Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan*, 4, 525-530.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2016). *Computer networking : a top-down approach*.
- Santoso, G., Kristiyana, S., Hani, S., & Mujahidin, A. M. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Pada Ruang Server Berbasis Iot (Internet of Things). *11*(2).
- Simanjuntak, P., Suharyanto, E. C., & Jamilah. (2020). Analisis Penggunaan Access Control List (Acl) Dalam Jaringan Komputer Di Kawasan Batamindo Industrial Park Batam, 122-128.
- Saputra, B. J., & Purwanto, T. D. (2018). Seminar Hasil Penelitian Vokasi (Semhavok) Membangun Jaringan Wireless Menggunakan Metode Point-to-multipoint Berbasis Mikrotik.
- Setyawan, M. I. (2016). Membangun Jaringan Wireless Berbasis Router Mikrotik Dengan Menggunakan Point To Multi Point (PTMP) Pada Pt. Telkom Pekalongan Provinsi Jawa Tengah. *Universitas Dinamika STIKOM Surabaya, Sistem Komputer*.
- Smith, J., Lee, K., & Brown, M. (2020). Efficiency Improvements in Weather Data Transmission Using Point-to-multipoint Wireless Networks. *Journal of Telecommunications Research*, 45(3), 215-230.
- Tri, L. A., & Nasution, M. H. A. (2020). Implementasi Keamanan Jaringan Komputer Local Area Network Menggunakan Access Control List pada Perusahaan X. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika Universitas Amikom Yogyakarta*, 1, 83-88.