

Implementasi Raspberry Pi Pada Sistem Otomasi Dan Pemantauan

1st Frizqi Vandio
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

frizqivandio@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Favian Dewanta
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

favian@telkomuniversity.ac.id

3rd Bagus Aditya
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

goesaditya@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Smart building merupakan salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat pada masa ini. Smart building merupakan salah satu contoh implementasi dari IoT (Internet of Things), di mana konsepnya adalah mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi dengan objek-objek fisik seperti bangunan, kendaraan dan masih banyak hal lain lagi, dan semua itu terhubung dengan akses internet. Salah satu masalah besar saat membangun smart building adalah keamanan serta penggunaan energi yang tidak terkontrol sehingga menimbulkan pemborosan energi yang sia-sia. Untuk itu pada penelitian ini dibuat prototipe sistem monitoring dan otomasi pada smart building dengan menggunakan MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) protokol komunikasi yang di enkripsi sebagai keamanan data antara mikrokontroler yang terhubung dengan Raspberry Pi sebagai server terhubung dengan sensor yang selalu mengirimkan data secara real time dan website monitoring akan menampilkan data suhu dan kelembaban. Pada sistem otomasi menggunakan Raspberry Pi lainnya yang sebagai client yang akan terhubung dengan Raspberry Pi sebagai server dengan dihubungkan melalui BACNet menggunakan ip address masing-masing perangkat lalu relay akan terhubung dengan client dan akan menyalakan lampu sebagai pengganti AC (Air Conditioning).

Kata kunci— IoT, Smart Building, MQTT, BACNet, Raspberry Pi.

I. PENDAHULUAN

Dalam era perkembangan teknologi yang pesat ini, sistem otomasi dan pemantauan menjadi aspek yang sangat penting dalam dunia sekarang ini. Penerapan sistem otomasi dan pemantauan yang efisien dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi kesalahan manusia, dan memastikan keamanan operasional. *Internet of Things* (IoT) adalah istilah komputer yang menggambarkan Internet yang mencakup segalanya layanan yang mengubah objek biasa menjadi perangkat jaringan[4]. Premis dasar di balik semuanya prinsip IoT adalah memperkenalkan miliaran atau bahkan triliunan perangkat cerdas yang mampu mempersepsikan daerah sekitarnya.

Satu elemen yang menjadi kunci utama dalam sistem otomasi dan *Internet of Things* (IoT) adalah penggunaan Raspberry Pi 4 sebagai komponennya, di mana Raspberry Pi ini merupakan perangkat yang dapat diprogram untuk mengendalikan proses otomasi[4].

Sistem otomasi memiliki peranan yang sangat penting dan sangat besar dalam berbagai bidang dan sektor. Sistem otomasi lebih memungkinkan proses yang dapat rutin dilaksanakan, serta mengurangi keterlibatan manusia yang tidak perlu dilakukan[6]. Keadaan ini mengarah pada peningkatan efisiensi dan produktivitas, dengan mengurangi waktu, biaya, dan kesalahan yang akan berkaitan dengan pekerjaan manual. Dalam sistem otomasi ini dapat mengandalkan pekerjaan dengan kualitas yang dilakukan akan konsisten setiap kali. Sistem otomasi juga dapat digunakan dalam kondisi pekerjaan yang berbahaya atau berisiko tinggi yang dapat membahayakan keselamatan manusia[5].

Raspberry Pi adalah serangkaian komputer papan tunggal kecil, yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, dari Inggris. Versi pertama Raspberry Pi diproduksi pada tahun 2012, dan versi saat ini, Raspberry Pi 4 Model B tersedia mulai Juni 2019[10]. Raspberry Pi 4 terdiri dari prosesor ARM Cortex-A72 pada 1,5 GHz pada 64-bit, Wi-Fi 802.11ac on-board, Bluetooth 5, dua port USB 3.0, dua port USB 2.0 dan mendukung dua monitor yang terhubung melalui port microHDMI (HDMI tipe D) pada resolusi 4K. Suplai dilakukan melalui port USB Tipe C. Serta yang belum tercanum seperti CPU, GPU, RAM, Audio Jack, Ethernet, dan 40 pin GPIO[3]. Sumber tenaga yang dimiliki oleh Raspberry berasal dari microUSB power dengan sumber daya sebesar 5V dan minimal arus 700 mA. Dengan menggunakan Raspberry *client*, kita dapat mengatur serta memanfaatkan kelebihan yang dimiliki oleh perangkat komputasi kecil ini. Semua sensor masukan dan modul pengeluaran dihubungkan ke ke prosesor. Pemrograman Python digunakan untuk mengimplementasikan aplikasi berbasis RPI[9].

Tujuan penelitian ini adalah sebagai pengimplementasian Raspberry sebagai *client* pada sistem otomasi dan pemantauan ini. Dalam penelitian ini, dapat dijelaskan langkah langkah yang diperlukan untuk mengkonfigurasi Raspberry *client* dan menjelaskan bagaimana cara Raspberry *client* ini dapat berinteraksi dengan peralatan melalui I/O digital dan analog.

Relay adalah komponen yang memiliki peran penting dalam sistem control otomatis. Relay yang terhubung pada Raspberry Pi ini berfungsi sebagai perangkat elektronik yang akan mengontrol aliran listrik pada sirkuit yang disambungkan[1].

Dengan menggunakan Raspberry *client* ini serta relay dalam komponennya pada sistem otomasi dan pemantauan ini, diharapkan bahwa hasil penelitian ini akan memberikan kontribusi dan terobosan yang positif dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan dalam sistem otomasi itu sendiri.

II. KAJIAN TEORI

Kajian ini memiliki tujuan untuk memberikan informasi terkait dengan Raspberry *client* yang digunakan untuk mengatur sistem otomasi dalam penelitian ini.

A. Raspberry Pi 4

Raspberry Pi 4 pada Gambar 1 yang sering kita sebut dengan *Raspi* merupakan sebuah computer mikro papan tunggal yang bisa disebut juga dengan *single board computer* (SBC) serta dapat digunakan untuk menjalankan berbagai program yang ingin dijalankan. Raspberry Pi 4 ini dikembangkan oleh yayasan nirlaba yaitu Raspberry pi Foundation, yayasan ini dipelopori oleh sejumlah pengembang ahli computer dari *Cambridge University, Inggris*. Ide dibalik pembuatan computer mikro ini diawali dari keinginan untuk mencetak pemrograman generasi baru serta komputer mikro ini dikembangkan dengan tujuan untuk mengajarkan dasar dari ilmu computer dan pemrograman untuk manusia di seluruh dunia[3].



GAMBAR 1
Raspberry Pi 4

B. Relay

Relay 4 channel pada Gambar 2 merupakan *Switch* yang dioperasikan secara *electrical* dan juga sebagai komponen *Electromechanical*. Relay ini sendiri menggunakan prinsip elektromagnetik untuk bisa menggerakkan saklar, sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan arus listrik yang tegangannya lebih tinggi[7]. Relay ini memiliki fungsi sebagai saklar elektrik, yang jika diaplikasikan kedalam rangkaian didapati fungsi yang unik seperti, memberikan fungsi penundaan waktu atau *delay time*. Relay juga dapat memutuskan dan menghubungkan *supply* ke perangkat lainnya seperti, lampu.



GAMBAR 2
Relay 4 Channel

C. Sensor DHT11

Sensor DHT11 pada Gambar 3 merupakan modul sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang dapat memberikan informasi tentang suhu dan kelembapan ruangan[2]. Sensor DHT11 ini termasuk kedalam komponen perangkat yang mempunyai tingkat stabilitas yang baik. Penyimpanan data kalibrasi pada sensor DHT11 ini terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan koefisien kalibrasi[7][8].



GAMBAR 3
Sensor DHT11

D. QoS (*Quality of Service*)

QoS merupakan metode pengukuran yang digunakan untuk menentukan kemampuan sebuah jaringan dengan tujuan untuk memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana sehingga dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan. Parameter – parameter QoS yang ada pada pengujian kali ini yaitu *throughput* dan *delay*.

1. *Throughput*

Merupakan *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran tertentu dalam mentransmisikan berkas. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama *interval* waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut. Adapun standar *throughput* menurut TIPHON adalah sebagai berikut :

Untuk perhitungan *throughput* menurut TIPHON sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \left(\frac{\text{Jumlah Byte}}{\text{Time Span}} \right) \times 8$$

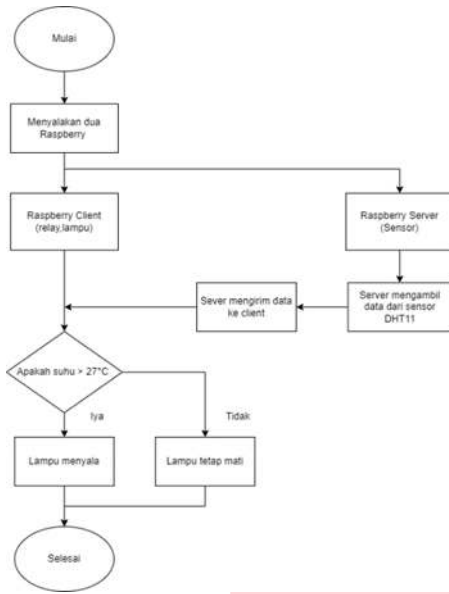
2. *Delay*

Merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk sebuah paket yang dikirimkan dari suatu komputer ke komputer yang dituju. Untuk mencari *delay* pada paket yang ditransmisikan dengan membagi antara panjang paket dibagi dengan *link bandwidth*.

Untuk perhitungan *delay* menurut TIPHON adalah sebagai berikut :

$$\text{Delay} = \left(\frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket diterima}} \right)$$

III. METODE



GAMBAR 4 Diagram Metode Raspberry

Diagram pada Gambar 4 tersebut adalah proses di mana Raspberry Pi 4 versi *client* dapat berjalan, serta didapati alur bagaimana Raspberry *client* ini mendapati sumber data dari Raspberry versi *server* yang berlaku untuk mengirimkan data *real*.

A. Komponen Sistem yang Digunakan

Tabel 1 merupakan komponen sistem yang dijadikan satu menjadi suatu alat yang utuh. Komponen yang digunakan pada pengujian berikut merupakan gabungan dari beberapa komponen yang disatukan dan disambungkan menjadi prototipe yang dapat berfungsi secara terstruktur.

TABEL 1
Komponen Sistem

No.	Komponen	Fungsi
1.	Raspberry <i>Server</i>	Sebagai pengirim data yang telah dibaca oleh sensor.
2.	Raspberry <i>Client</i>	Sebagai komponen yang mengotomasi atau juga menerima data dari <i>server</i> yang dapat diteruskan ke relay dan objek.
3.	Sensor DHT11	Sebagai pemberi informasi tentang suhu dan kelembapan.
4.	Relay	Sebagai saklar elektrik, di mana akan tergantung dengan apa yang telah diprogram sebelumnya.
5.	Lampu	Sebagai objek terakhir untuk menentukan apakah program yang dibuat berjalan atau tidak.

B. Raspberry Komputer

TABEL 2
Processor Raspberry

<i>Processor</i>	Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) SoC 64-bit 1,5GHz
RAM	2 GB, 4GB atau 8GB LPDDR4

Konektivitas	2.4 GHz dan 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac nirkabel LAN, Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet 2 x port USB 3.0 2 x port USB 2.0.
GPIO	Header GPIO 40-pin standar
Suara & Video	2 x port micro HDMI (mendukung hingga 4Kp60) Port tampilan MIPI DSI 2 jalur Port kamera MIPI CSI 2 jalur Audio stereo 4-tiang dan port video komposit
Multimedia	H.265 (decode 4Kp60); H.264 (decode 1080p60, encode 1080p30); OpenGL ES, grafik 3.0
SD Support	Slot kartu Micro SD untuk memuat sistem operasi dan penyimpanan data.
Input Daya	5V DC melalui konektor USB-C (minimal 3A 1) 5V DC melalui header GPIO (minimal 3A1) Power over Ethernet (PoE)–diaktifkan (memerlukan PoE HAT terpisah)
Temperatur Lingkungan	Suhu operasi 0–50°C

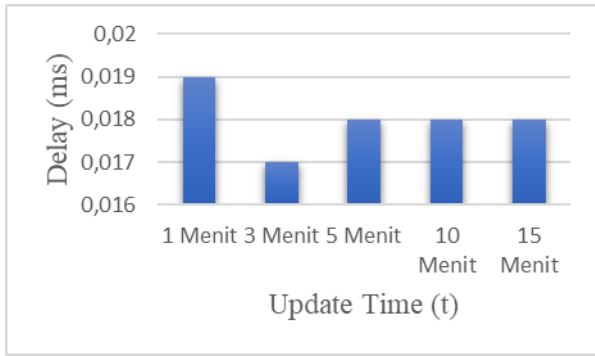
Tabel 2 merupakan rangkaian *processor* Raspberry yang terdapat pada komponen Raspberry. *Processor* yang terdapat pada Raspberry ini akan membantu dalam proses pengujian komponen sistem Raspberry sebagai *hardware*.

C. Langkah – Langkah Pengujian

- Langkah awal adalah dengan menyiapkan Raspberry Pi 4 yang terhubung dengan daya dan sistem operasi yang telah diinstal.
- Penyambungan Raspberry Pi 4 *server* yang nantinya akan terjadi terjadi pengiriman data.
- Pengiriman data yang terjadi adalah pengiriman pembacaan Raspberry *server* terhadap sensor suhu dan kelembapan.
- Merangkai Raspberry Pi 4 (*client*) untuk disambungkan dengan relay serta lampu.
- Setelah rangkaian Raspberry *client* telah siap, maka Raspberry *client* akan mengontrol atau mengolah data yang telah dikirimkan oleh Raspberry *server* untuk diteruskan ke relay serta relay akan mengolah atau meneruskan data ke lampu sebagai hasil otomasi.
- Setelah dikirim ke relay dan lampu, maka akan terlihat bagaimana sistem otomasi dalam penelitian ini berjalan, serta berhasil atau tidaknya *server* mengirim data yang akurat kepada *client* dan lampu.



GAMBAR 5
Komponen Sistem



GAMBAR 5 Pengujian Alat

Gambar 5 merupakan sebuah komponen sistem yang digunakan untuk melakukan pengujian alat terhadap program yang sudah dibuat dan mendukung semua pengujian komponen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat tiga pengujian pada Raspberry ini di mana yang pertama ini memperlihatkan bahwa komponen semua berjalan lancar dan juga berjalan dengan baik, serta pengujian kedua yaitu perbandingan QoS (*Quality of Service*) pada 2 Raspberry yang di mana perbandingan QoS (*Quality of Service*) pada raspberry *client* serta Raspberry *server*. Dalam hasil yang yang didapati bahwa Raspberry Pi 4 ini adalah sebagai pengendalian proses otomatisasi yang menerima *input* dari berbagai perangkat sensor suhu. Setelah menerima *input*, Raspberry *client* memproses informasi tersebut menggunakan logika dan algoritma yang telah diprogram di dalam *client* tersebut. Setelah melalui proses pengolahan logika, Raspberry Pi 4 menghasilkan *output* yang mengendalikan perangkat *output* yaitu lampu yang *output*-nya dapat berupa sinyal *digital* (*on/off*). Pengujian ini dilakukan menggunakan permissalan *if* atau jika pada nilai suhu yang ditentukan, maka akan terlihat hasil yang diperoleh pada *output* komponen yaitu relay dan lampu.

TABEL 3 Hasil Otomasi Sistem Raspberry

Data Suhu	Status	Output	Input
$\geq 28^{\circ}\text{C}$	Menyala	Relay dan Lampu	1
$< 28^{\circ}\text{C}$	Mati	Relay dan Lampu	0

Tabel 3 merupakan hasil pengujian dari sistem otomasi Raspberry. Relay dan lampu yang tidak menyala jika sudah dihubungkan, maka terdapat kesalahan yang terjadi pada komponen maupun program yang digunakan pada pengujian tersebut.

Pengujian kedua ini adalah perhitungan QoS (*Quality of Service*) pada Raspberry yang menunjang MQTT (*server*). Hasil pengujian yang dilakukan untuk perhitungan QoS (*Quality of Service*) pada data MQTT setiap 1 menit, 3 menit, 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Perhitungan ini dilakukan dengan standar internasional yang di mana standar tersebut adalah standar dari ITU-T G1010 yang tertera pada Tabel 4.

TABEL 4 ITU-T G1010

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	Key performance parameters and target values		
				One-way delay (Note)	Delay variation	Information loss
Data	Web-browsing - HTML	Primarily one-way	~10 KB	Preferred < 2 s /page Acceptable < 4 s /page	N.A.	Zero
Data	Bulk data transfer/retrieval	Primarily one-way	10 KB-10 MB	Preferred < 15 s Acceptable < 60 s	N.A.	Zero

Dalam pengerjaannya kedua protokol ini dihitung dengan perhitungan yang sama namun akan menghasilkan hasil yang berbeda. Dapat diketahui nilai parameter yang digunakan berupa *throughput* dan *delay* yang dicari perhitungannya secara manual. Berikut perhitungan serta perbandingan yang dilakukan :

1. Throughput

Untuk hasil *Throughput* pada perhitungan QoS Raspberry dapat menggunakan rumus

$$Throughput = \left(\frac{\text{Jumlah Byte}}{\text{Time Span}} \right) \times 8$$

Gambar 6 merupakan hasil dari perhitungan *throughput* terhadap waktu yang terdapat pada Raspberry Pi di mana terdapat perbedaan dalam menit yang dicari pada masing masing 20 data yang berbeda di setiap menit.

2. Delay

Untuk hasil *delay* pada perhitungan QoS Raspberry dapat menggunakan rumus :

$$Delay = \left(\frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket diterima}} \right)$$

Gambar 7 merupakan hasil rata rata dari data pengujian *delay*. Untuk pengujian Raspberry yang ketiga yaitu mengukur akurasi sensor, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari suatu sensor tersebut dalam membaca sebuah nilai. Hal tersebut bertujuan untuk melihat rentang perbedaan antara acuan dan nilai yang dapat dibaca oleh sensor, sensor yang akan diuji adalah sensor suhu. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai akurasi sensor :

TABEL 5 Rumus Sensor

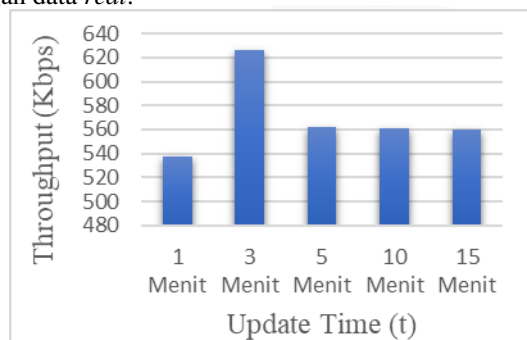
No.	Nama	Rumus
1.	Error (%)	$\left(\frac{\text{Hasil alat pembeding} - \text{Hasil alat}}{\text{Hasil alat pembeding}} \right) \times 100$
2.	Akurasi (%)	Rata - rata error (%) - 100 %

Tabel 6 merupakan hasil akurasi yang diperoleh dengan menggunakan rumus pada Tabel 5 di atas :

TABEL 6
Hasil Kalibrasi Sensor

Suhu Ruangan				
Sampel	Hasil Alat (°C)	Hasil Alat Pembeding (°C)	Selisih	Error (%)
1.	25	27	2	0,08
2.	27	27	0	0
3.	26	27	1	0,03
4.	25	27	2	0,08
5.	27	27	0	0
6.	25	26	1	0,03
7.	25	25	0	0
8.	24	25	1	0,04
9.	25	27	2	0,08
10.	26	26	0	0
Rata - rata Error				0,034
Akurasi				99,966

Tabel 6 merupakan hasil pengujian akurasi yang didapat untuk sensor suhu sebesar 99,966% dengan sampel yang digunakan adalah 10 sampel dengan waktu perbedaan 5 menit. Hasil ini dihitung dari perbandingan akurasi antara sensor suhu DHT-11 dengan termometer untuk pembandingnya dan jika di hitung maka didapat hasil yang hampir sama atau terdapat perbedaan kecil sekitar 0,004 % yang menandakan bahwa DHT-11 sudah benar benar sesuai dengan data *real*.



GAMBAR 7
Grafik Hasil Delay

V. KESIMPULAN

Sistem Otomasi memiliki peranan yang sangat penting dan sangat besar dalam berbagai bidang dan sektor. Sistem otomasi lebih memungkinkan proses yang dapat rutin dilaksanakan, serta mengurangi keterlibatan manusia yang tidak perlu dilakukan. Keadaan ini mengarah pada peningkatan efisiensi dan produktivitas, dengan mengurangi waktu, biaya, dan kesalahan yang akan berkaitan dengan pekerjaan manual. Dalam sistem otomasi ini dapat mengandalkan pekerjaan dengan kualitas yang dilakukan akan konsisten setiap kali, yang dapat berguna juga dalam kondisi pekerjaan yang berbahaya atau berisiko tinggi yang dapat membahayakan keselamatan manusia.

Raspberry Pi 4 yang sering kita sebut dengan *Raspi* merupakan sebuah komputer mikro papan tunggal yang bisa disebut juga dengan *single board computer* (SBC) serta dapat digunakan untuk menjalankan berbagai program yang ingin dijalankan. Raspberry yang digunakan untuk sistem otomasi ini adalah Raspy sebagai *client* yang dapat bekerja dengan baik serta dapat menerima data dengan benar.

Didapati dalam hasil yang didapat lewat pengujian terhadap Raspberry ini menunjukkan performa yang meyakinkan untuk melihat seberapa bisa Raspberry ini berpengaruh terhadap sistem otomasi untuk gedung. Hasil yang didapat mulai dari hasil otomasi, kalibrasi sensor, serta perhitungan QoS menunjukkan keakuratan yang cukup bagus sesuai dengan standar yang ada.

Dalam sistem otomasi ini dapat disimpulkan bahwa semua komponen akan terhubung satu sama lain, karena data yang diterima maupun data yang didapat tergantung pada kondisi sempurna atau tidak. Jika salah satu komponen didapat terdapat cacat didalamnya, maka hasil dari pengujian tersebut pun bisa dibuang gagal. Dalam sistem otomasi ini juga pengujian dapat dilakukan untuk membuat suatu gedung yang dikatakan *smart building* apabila sistem otomasi di perankan oleh komponen tersebut dapat berjalan dengan baik, serta dapat memerankan menjadi suatu sistem yang baik didalam bangunan atau gedung yang dituju.

REFERENSI

- [1] "Analisis sistem monitoring suhu Dan Kelembaban Berbasis ATMEGA8535," *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, 2023. doi:10.30596/rele.v5i2.13086
- [2] A. Y. Rangan, Amelia Yusnita, and Muhammad Awaludin, "Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things Pada Suhu Dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 4, no. 2, pp. 168–183, 2020. doi:10.37339/e-komtek.v4i2.404
- [3] D. Molloy, "Raspberry pi hardware," *Exploring Raspberry Pi*, pp. 1–21, 2016. doi:10.1002/9781119211051.ch1
- [4] M. Ibrahim, A. Elgamri, S. Babiker, and A. Mohamed, "Internet of things based smart environmental monitoring using the raspberry-PI computer," *2015 Fifth International Conference on Digital Information Processing and Communications (ICDIPC)*, 2015. doi:10.1109/icdipc.2015.7323023
- [5] T. A. Mulyanto, M. Habiby, K. Kusnadi, and R. Adam, "Home automation system Dengan Menggunakan raspberry pi 4," *Jurnal Digit*, vol. 11, no. 1, p. 60, 2021. doi:10.51920/jd.v11i1.180
- [6] V. Patchava, H. B. Kandala, and P. R. Babu, "A smart home automation technique with Raspberry Pi using IOT," *2015 International Conference on Smart Sensors and Systems (IC-SSS)*, 2015. doi:10.1109/smartsens.2015.7873584
- [7] D. A. Andrioi, G. Culea, and P.G. Puiu, "Environmental temperature and humidity monitoring system using Raspberry Pi 4 and THINGSPEACK," *Journal of Engineering Studies and Research*, vol. 27, no. 3, pp. 20–23, 2022. doi:10.29081/jesr.v27i3.283

[8] C. Shalini and I. V. Mr Prakash, "IOT based industrial sensor monitoring and alerting system using Raspberry Pi," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 981, no. 4, p. 042010, 2020. doi:10.1088/1757-899x/981/4/042010

[9] O. Riadi, "Raspberry Pi (definisi, Fungsi, Jenis, Spesifikasi Dan Pemrograman)," *KajianPustaka*,

<https://www.kajianpustaka.com/2020/12/Raspberry-Pi.html> (accessed Aug. 18, 2023).

[10] Raspberry Pi, Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.com/> (accessed Aug. 18, 2023).

