



Jurnal Cakrawala Maritim Volume 7 No 1 Tahun 2024  
e-ISSN: 2620-7850 | p-ISSN: 2620-5637

Jurnal Cakrawala Maritim

<http://jcm.ppns.ac.id>

## Pengenalan Sistem IoT Pada Pemanfaatan Kebutuhan Sehari-Hari

Adianto<sup>1</sup>, Wiediartini<sup>2,\*</sup>, Renanda Nia Rachmadita<sup>3</sup>, Ika Erawati<sup>2</sup>, Ratna Budiawati<sup>1</sup>,  
Dian Asa Utari<sup>2</sup>, Thina Ardliyana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 60111, Indonesia

**Abstrak.** Internet of Things (IoT) telah menjadi salah satu inovasi teknologi yang paling berpengaruh dalam dekade terakhir, memberikan berbagai solusi yang memudahkan kehidupan sehari-hari. Dalam tulisan ini membahas pengenalan sistem IoT dengan fokus khusus pada penerapannya dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan rumah tangga. Sistem IoT menghubungkan berbagai perangkat melalui jaringan internet, memungkinkan pertukaran data secara *real-time* tanpa campur tangan manusia. Penerapan IoT dalam rumah tangga mencakup berbagai aspek seperti keamanan rumah, efisiensi energi, kenyamanan, dan otomatisasi berbagai tugas rumah tangga. Rumah pintar sebagai salah satu implementasi utama IoT, memanfaatkan aplikasi *messenger* yang populer dan perangkat terkoneksi untuk menciptakan lingkungan yang lebih efisien dan nyaman. Di bidang efisiensi energi, penggunaan IoT di rumah tangga melibatkan pengelolaan energi yang lebih cerdas. Pemantauan dan kontrol terhadap beban listrik dapat di monitor serta dapat dikendalikan dengan berbagai cara yang mudah dan secara *realtime*. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman dan pengertian mengenai pemanfaatan IoT dan mengilustrasikan berbagai manfaatnya dalam rumah tangga. Selain itu, contoh sederhana yang dapat diterapkan dalam kegiatan rumah tangga sehari-hari juga diberikan. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana IoT dapat diterapkan di rumah tangga, diharapkan bahwa masyarakat dapat lebih siap dalam mengadopsi teknologi ini dan memanfaatkan berbagai keuntungan yang ditawarkannya, sehingga menciptakan lingkungan rumah yang lebih aman, efisien, dan nyaman.

*Katakunci:* Internet of Things, IoT, *real-time*

**Abstract.** The Internet of Things (IoT) is one of the most influential technological innovations of the last decade, providing a variety of solutions that make everyday life easier. This paper discusses the introduction of the IoT system with a special focus on its application in daily life of the household environment. IoT systems connect various devices via an internet network, enabling real-time data exchange without human intervention. The application of IoT in households covers various aspects such as home security, energy efficiency, comfort, and automation of various household tasks. Smart homes, as one of the main implementations of

Email Korespondensi: [wiwid@ppns.ac.id](mailto:wiwid@ppns.ac.id)

IoT, utilize popular messenger applications and connected devices to create a more efficient and comfortable environment. In the field of energy efficiency, the use of IoT in households involves smarter energy management. Monitoring and control of electrical loads can be monitored and controlled in various easy ways and in real time. This article aims to provide insight and understanding regarding the use of IoT and illustrate its various benefits in the household. Simple application that can be applied in daily household activities were demonstrated. By gaining a more profound comprehension of how IoT might be utilised in the household, it is anticipated that society will be better prepared to adopt this technology and take advantage of the various benefits it offers, thereby creating a safer, more efficient and more comfortable home environment.

*Keywords:* Internet of Things, IoT, real-time

## 1. Pendahuluan

Di era digital ini, Internet of Things (IoT) telah menjadi salah satu konsep terpenting dalam transformasi teknologi. Internet of Things (IoT) adalah jaringan objek umum yang dilengkapi dengan teknologi yang membantu berkomunikasi dan berinteraksi di dalam dirinya sendiri dan lingkungan eksternal (Soumyalatha & Hegde, 2016).

IoT mengacu pada jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet, mampu mengumpulkan dan berbagi data tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Fenomena ini telah memberikan dampak yang signifikan pada berbagai sektor, termasuk industri, kesehatan, transportasi, pertanian, dan lingkungan. Dengan menggunakan sensor dan perangkat terhubung, IoT memungkinkan kita untuk mengumpulkan data secara real-time, mengoptimalkan proses dan meningkatkan efisiensi. Tujuan utamanya adalah untuk membuat hidup pengguna lebih nyaman sesuai dengan lokasi mereka, kebutuhan saat ini, dan aktivitas yang sedang berlangsung (Malek et al., 2017).

Penggunaan IoT mencakup berbagi data, kendali jarak jauh, dan penerimaan sensor, termasuk pada objek seperti makanan, elektronik, koleksi, peralatan, dan bahkan makhluk hidup, semuanya terhubung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Perkembangan teknologi jaringan saat ini telah meningkatkan kebutuhan akan pertukaran data dan dapat digunakan untuk mengembangkan koneksi pada jaringan lokal menggunakan LAN atau Wi-Fi agar dapat saling berkonfigurasi.

Teknologi sensor telah meningkatkan kehidupan sehari-hari manusia melalui penerapannya di hampir semua bidang. Sensor adalah perangkat yang mendeteksi perubahan sumber/lingkungan dan mengumpulkan sinyal, misal cahaya, suhu, gerakan, tekanan, dll. Berbagai macam aplikasi dimanfaatkan dengan menggunakan

teknologi sensor inovatif dalam gaya hidup, perawatan kesehatan, kebugaran, manufaktur, dan kehidupan sehari-hari (Javaid, Haleem, Rab, Pratap Singh, & Suman, 2021).

Masih ada beberapa kalangan masyarakat yang menganggap IoT sebagai suatu teknologi yang hanya bisa diaplikasikan secara terbatas pada industri dan perusahaan besar. Untuk itu, konsep dan potensi IoT perlu dikenalkan pada masyarakat agar dapat dimanfaatkan secara positif dalam kehidupan sehari-hari. Remaja sebagai generasi masa depan menjadi target utama edukasi tentang IoT sehingga diharapkan remaja akan semakin paham konsep dan manfaat IoT. Edukasi ini diharapkan pula dapat mendorong kreativitas dan inovasi bagi remaja dalam mengembangkan solusi berbasis IoT di masyarakat dan juga mengenalkan peluang karir di bidang teknologi dan IoT.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **2.1 Konsep IoT**

Konsep jaringan *smart devices* telah menjadi bahasan sejak tahun 1982, dengan mesin Coke yang dimodifikasi di Universitas Carnegie Mellon menjadi peralatan pertama yang terhubung ke internet dan mampu melaporkan persediaan dan apakah minuman yang baru dimasukkan sudah dingin. Istilah "Internet of Things" awalnya diperkenalkan oleh Kevin Ashton, seorang pionir teknologi asal Inggris, untuk menggambarkan sistem di mana Internet terhubung ke dunia fisik melalui sensor yang ada di mana-mana (Gokhale, Bhat, & Bhat, 2018).

IoT adalah revolusi teknologi yang perkembangannya bergantung pada inovasi teknis yang dinamis, mulai dari sensor nirkabel hingga nanoteknologi. Dimana sensor tersebut akan digunakan untuk menandai setiap objek yang akan diidentifikasi, diotomasi, dipantau dan dikendalikan (Madakam, Ramaswamy, & Tripathi, 2015)

Sederhananya, IoT berarti kemampuan untuk membuat segala sesuatu di sekitar kita (misal: mesin, perangkat, ponsel, mobil, kota) terhubung ke internet dengan perilaku yang cerdas dan mempertimbangkan keberadaan otonomi dan privasi (Ali, Ali, & Badawy, 2015).

### **2.2 Pemanfaatan IoT**

Teknologi sensor telah banyak digunakan di hampir semua bidang. Sensor adalah perangkat, modul, mesin, atau subsistem yang mendeteksi peristiwa atau perubahan di lingkungannya dan menyampaikan informasi tersebut ke perangkat elektronik lainnya. Berbagai macam aplikasi dimanfaatkan dengan menggunakan

teknologi sensor inovatif dalam gaya hidup, perawatan kesehatan, kebugaran, manufaktur, dan kehidupan sehari-hari (Javaid et al., 2021). Dalam kehidupan sehari-hari, teknologi sensor dapat digunakan pada *smart house*. Misal untuk melakukan kontrol perangkat yang ada di rumah melalui *smartphone* kita, mulai dari sensor kontrol dari pencuri, sensor pencegahan kebakaran, hingga menyalakan atau mematikan perangkat seperti lampu.

Penggunaan IoT telah digunakan dalam pertanian (Nasution & Hasan, 2020; Stoces, Vanek, Masner, & Pavlik, 2016), pendidikan (Shiddiqi et al., 2020), layanan kesehatan (Rusnawati & Hariyati, 2022; Kodali, Swamy, & Lakshmi, 2015), industri manufaktur (Singh & Bhanot, 2020), dan otomatisasi peralatan di rumah (Kelly, Suryadevara, & Mukhopadhyay, 2013). IoT digunakan juga untuk pemantauan dan pengendalian beban listrik (Eko Prasetyo, 2017), dan pemantauan level air tandon (Gunawan, Akbar, & Ilham, 2020).

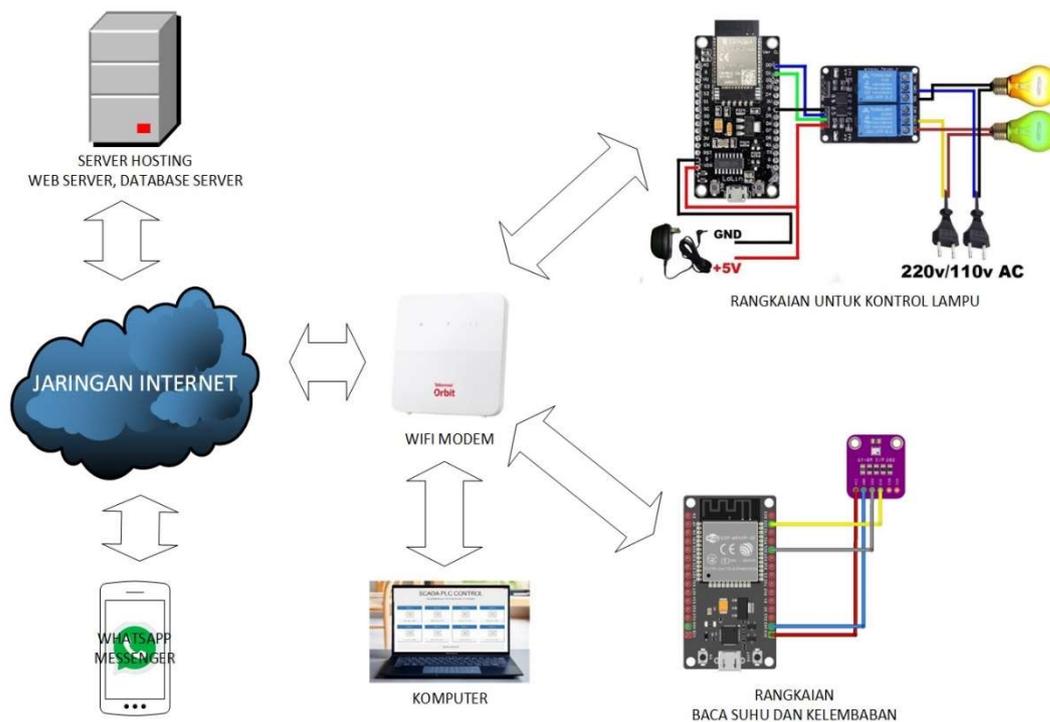
Sistem otomatisasi *smart home* menggunakan teknologi IoT untuk menggantikan sistem yang konvensional telah dilakukan oleh Govindraj, Sathiyarayanan, & Abubakar (2017). Penelitian tersebut dilakukan dengan mengembangkan aplikasi Android untuk mengendalikan dan memantau peralatan, temperatur, dan gerakan. Taiwo & Ezugwu (2021) mengembangkan penelitian dengan membangun aplikasi Android sebagai *remote control* peralatan elektronik, memantau faktor lingkungan serta mendeteksi pergerakan dan gangguan di suatu rumah.

### 3. Metode

Pengenalan IoT yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari dilakukan pada segmen remaja untuk mempersiapkan mereka menghadapi masa depan yang semakin terhubung secara digital. Untuk itu edukasi ini dilakukan pada generasi Karang Taruna di Perumahan Mirah Delima Regency, Kecamatan Driyorejo, Gresik.

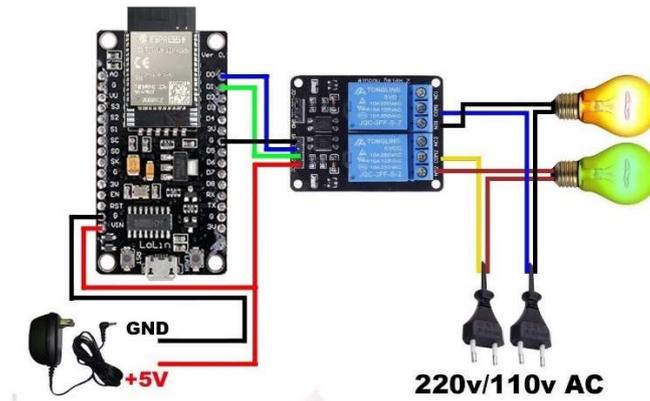
Kegiatan ini dilakukan dengan cara pemaparan materi dan mencoba salah satu produk sederhana hasil pemanfaatan IoT untuk kehidupan sehari-hari. Materi yang disampaikan dimulai dari pengenalan mengenai IoT, tujuan, fungsi, konsep, dan cara kerjanya. Dikenalkan juga tentang perangkat IoT yang menjadi komponen penting IoT module. Gambar-gambar IoT module juga ditampilkan agar peserta mempunyai gambaran mengenai bentuk barang dan fungsinya. Contoh blok diagram konsep jaringan juga disampaikan dalam bentuk gambar yang mudah dipahami dengan beberapa contoh aplikasi di berbagai sektor.

Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pembelajaran aktif adalah melalui demonstrasi (Brame, 2007). Penyampaian materi akan lebih mudah dipahami jika peserta dapat melihat contoh hasil penerapannya dan mencobanya (Hendrickson, 2021). Pada kegiatan ini telah disiapkan *software* untuk menyalakan dan mematikan lampu melalui *device handphone* dan perangkat laptop dengan menggunakan jaringan lokal dan internet. Peserta mencoba untuk menjalankan atau mengoperasikan sistem kendali dengan menggunakan jaringan berbasis *Internet of Things (IoT)*. Topologi dari sistem dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Blok Sistem

Pada Gambar 1 terlihat adanya beberapa bagian rangkaian yang memiliki fungsi sendiri-sendiri. Rangkaian itu memiliki bagian kontroller dan juga sebagai media yang mengirimkan data ke *server* atau mengambil data dari *server*. Rangkaian kontrol lampu digunakan untuk menyalakan atau mematikan lampu melalui modul relay. Modul relay dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Gambar Blok Sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



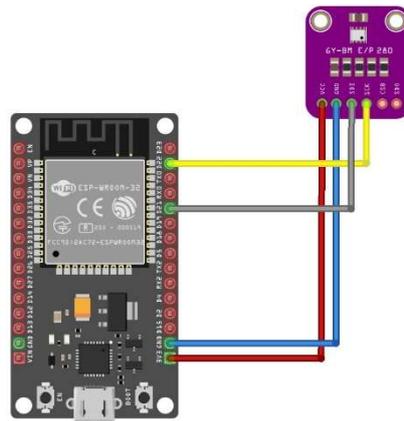
Gambar 2. Rangkaian Kontrol Lampu

Pada rangkaian Kontrol Lampu data yang digunakan untuk menjadi pemicu Relay untuk menyalakan atau mematikan lampu berasal dari data di *server database* yang selalu meng-*update* status untuk menyalakan atau mematikan lampu. Bentuk tabel dari database yang digunakan untuk update status dari relay ini terlihat pada Gambar 3.

WAKTU	ID_SAKLAR	STATUS
2024-05-09 21:36:58	SWITCH_1	0
2024-05-09 18:09:57	SWITCH_2	0
2024-05-09 18:09:59	SWITCH_3	0
2024-05-09 18:10:17	SWITCH_4	0
2024-05-09 18:10:08	SWITCH_5	0
2024-05-09 18:10:10	SWITCH_6	0
2024-05-09 18:10:11	SWITCH_7	0
2024-05-09 18:10:12	SWITCH_8	0
2021-08-16 11:39:57	SWITCH_9	0

Gambar 3. Tabel Data Status Relay

Pada Gambar 1 juga terdapat gambar rangkaian membaca sensor suhu dan kelembaban. Sensor yang digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban menggunakan sensor BME280. Sensor ini menghasilkan nilai suhu dan kelembaban yang kemudian dikirimkan ke *server* untuk dimasukkan dalam database. Gambar Blok Sistem Rangkaian Pembacaan Sensor Suhu dan Kelembaban dapat dilihat pada Gambar 4. Dari rangkaian suhu dan kelembaban ini juga diperoleh nilai tekanan udara.



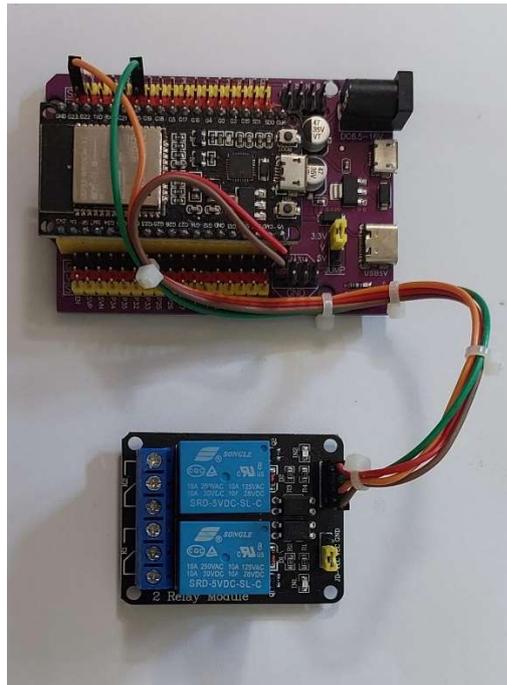
Gambar 4. Rangkaian Pembacaan Suhu dan Kelembaban

Dari Gambar 1 data dikirimkan dari data sensor pembacaan suhu, kelembaban dan tekanan udara melalui mikrokontroler ESP32 dan kemudian ditransmisikan lewat media wifi ke wifi modem, dimana data suhu, kelembaban dan tekanan udara akan diterima dan disimpan di dua tabel pada database. Tabel 1 berisi mengenai update data dari tiga parameter sensor BME280, kemudian tabel 2 isinya sama namun dipakai sebagai penyimpanan data, sehingga data tiap periode yang telah di tentukan akan disimpan secara periodik.

Pada Gambar 1 juga terlihat *mobile phone* yang menggunakan aplikasi messenger WhatsApp (WA). Data yang diterima dan dikirim lewat WA user melalui *server Gateway Messenger*. Sehingga program yang ada di *server* dapat terhubung dengan aplikasi messenger WhatsApp. Data yang dikirim atau diterima di WhatsApp Messenger diperoleh melalui *command / perintah* yang sudah ditentukan program di *server*. Pada Gambar 5 diperlihatkan perintah-perintah yang diberikan pada aplikasi messenger WhatsApp.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada pelaksanaan pengabdian masyarakat ini telah dibuat rangkaian untuk mengatur penyalaan lampu, baik pada posisi menyala atau posisi dimatikan. Rangkaian ini menggunakan modul mikrokontroler ESP32 dan Modul Relay 2 channel. Rangiannya tampak pada Gambar 5.



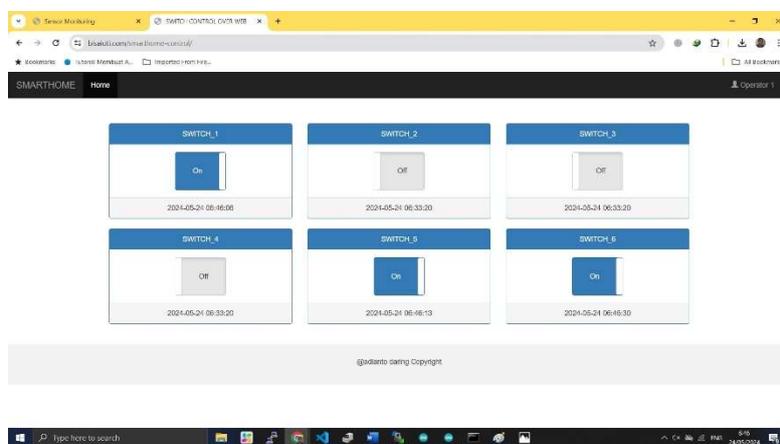
Gambar 5. Rangkaian untuk menyalakan dan mematikan lampu

Pada kegiatan ini, juga telah dibuat rangkaian untuk mengetahui kondisi lingkungan. Rangkaian ini terdiri dari modul mikrokontroler ESP32 dan modul sensor BME280. Rangkaiannya tampak pada Gambar 6.



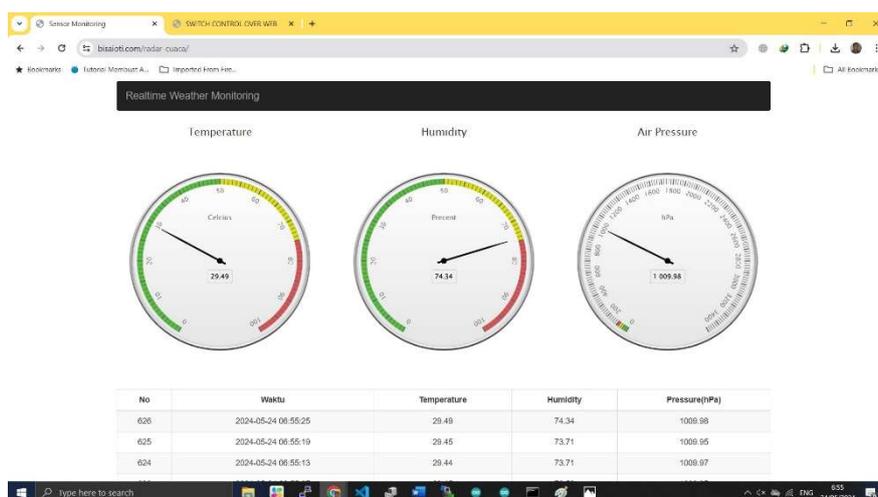
Gambar 6. Rangkaian untuk menampilkan data kondisi suhu, kelembaban dan tekanan udara

Kegiatan ini dilakukan dalam bentuk praktek dan diskusi. Sehingga peserta dapat mencoba mengoperasikan sistem jaringan IoT ini dengan mengirimkan pesan melalui WhatsApp *chat* kepada nomer WhatsApp *Group* yang telah diatur sebagai *gateway*. Dari WhatsApp *Group* ini, data perintah/*command user* dapat sampai di *server*. Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini juga telah dibuat *server* yang digunakan untuk menampung data dan juga untuk tempat dari aplikasi *web server*. Implementasi *server* dibangun pada mini PC Raspberry Pi 4. Adapun aplikasi *webservernya* ada dua, yaitu aplikasi yang digunakan untuk kontrol dan monitoring lampu. Untuk bentuk aplikasinya tampak pada Gambar 7.



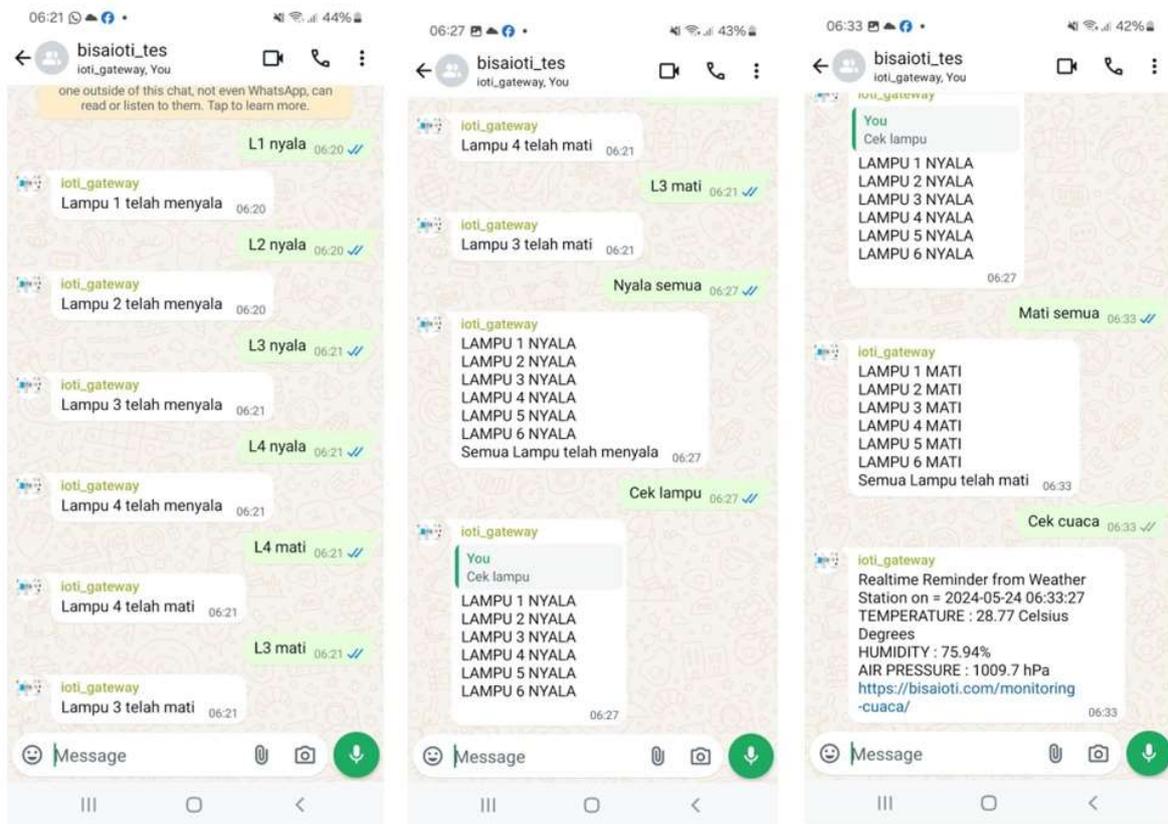
Gambar 7. Web Aplikasi Kontrol dan Monitoring Lampu

Aplikasi selanjutnya adalah aplikasi untuk menampilkan data kondisi lingkungan secara *realtime*. Untuk bentuk aplikasinya tampak pada Gambar 8.



Gambar 8. Web Aplikasi Monitoring Kondisi Lingkungan

Contoh penggunaan WhatsApp sebagai tempat BOT *Chat* perintah ke sistem IoT *capture* dari WhatsAppnya ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Chat BOT Command untuk kontrol dan monitoring sistem IoT

Setelah peserta mendengarkan paparan dan mencoba sistem IoT yang telah disediakan, para peserta lebih banyak memunculkan pertanyaan sebagai bahan diskusi. Diharapkan dengan pengenalan awal ini dapat meningkatkan pemahaman remaja tentang teknologi yang akan mereka gunakan di masa depan dan menginspirasi remaja untuk mengembangkan teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat.

#### 4. Kesimpulan

IoT yang bagi sebagian masyarakat dianggap sebagai suatu teknologi yang hanya bisa diaplikasikan secara terbatas pada industri dan perusahaan besar, pada kegiatan pengabdian masyarakat ini dikenalkan potensi penggunaan teknologi IoT pada kehidupan sehari-hari yang dapat diimplementasikan oleh para pemuda/pemudi karang taruna. Pengabdian masyarakat yang telah dilakukan disambut antusias para generasi muda yang menginginkan berlanjutnya kegiatan berikutnya dengan mempelajari secara detail dalam *development system* IoT.

## Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembina Karang Taruna Perum Mirah Delima Regency, Bapak Andreas dan Ketua Karang Taruna Perum Mirah Delima Regency, Saudara Raihan beserta Ketua RT41/RW09 beserta jajarannya yang telah memungkinkan tim penulis untuk melakukan kegiatan pengenalan tentang IoT ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada remaja Karang Taruna Perum Mirah Delima Regency, RT41/RW09, Kelurahan Gadung, Kecamatan Driyorejo yang telah berpartisipasi aktif menjadi peserta.

## Daftar Pustaka

- Ali, Z. H., Ali, H. A., & Badawy, M. M. (2015). Internet of Things (IoT): Definitions, Challenges and Recent Research Directions. *International Journal of Computer Applications*, 128(1), 37–47. <https://doi.org/10.5120/ijca2015906430>
- Brame, C. J. (2007). Active learning. *Vanderbilt University Center for Teaching*. Retrieved from <https://cft.vanderbilt.edu/active-learning/>
- Eko Prasetyo, E. (2017). Aplikasi Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan pengendalian Beban Listrik di Ruangan. *Jurnal Teknik STTKD*, 4(2), 28–35.
- Gokhale, P., Bhat, O., & Bhat, S. (2018). Introduction to IoT Systems. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1), 1–24. <https://doi.org/10.1201/9780429399084-1>
- Govindraj, V., Sathiyarayanan, M., & Abubakar, B. (2017). Customary homes to smart homes using Internet of Things (IoT) and mobile application. *Proceedings of the 2017 International Conference On Smart Technology for Smart Nation, SmartTechCon 2017*, (August 2017), 1059–1063. <https://doi.org/10.1109/SmartTechCon.2017.8358532>
- Gunawan, I., Akbar, T., & Ilham, M. G. (2020). Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.29408/jit.v3i1.1789>
- Hendrickson, P. (2021). Effect of Active Learning Techniques on Student Excitement, Interest, and Self-Efficacy. *Journal of Political Science Education*, 17(2), 311–325. <https://doi.org/10.1080/15512169.2019.1629946>
- Javaid, M., Haleem, A., Rab, S., Pratap Singh, R., & Suman, R. (2021). Sensors for daily life: A review. *Sensors International*, 2(July), 100121. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100121>
- Kelly, S. D. T., Suryadevara, N. K., & Mukhopadhyay, S. C. (2013). Towards the Implementation of IoT for Environmental Condition Monitoring in Homes. *IEEE Sensors Journal*, 13(10), 3846–3853. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2263379>
- Kodali, R. K., Swamy, G., & Lakshmi, B. (2015). An implementation of IoT for

- Healthcare. 2015 *IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems, RAICS 2015*, (December 2015), 411–416. <https://doi.org/10.1109/RAICS.2015.7488451>
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 03(05), 164–173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Malek, Y. N., Kharbouch, A., Khoukhi, H. El, Bakhouya, M., Florio, V. De, Ouadghiri, D. El, ... Blondia, C. (2017). On the use of IoT and Big Data Technologies for Real-time Monitoring and Data Processing. *Procedia Computer Science*, 113, 429–434. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.281>
- Nasution, N., & Hasan, M. A. (2020). IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House. *It Journal Research and Development*, 4(2), 86–93. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4\(2\).3357](https://doi.org/10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357)
- Rusnawati, R. D., & Hariyati, R. T. S. (2022). Implementasi Internet of Things pada Layanan Kesehatan (Literature Review). *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 1(8), 569–574.
- Shiddiqi, A. M., Ijtihadie, R. M., Ahmad, T., Wibisono, W., Anggoro, R., & Santoso, B. J. (2020). Penggunaan Internet dan Teknologi IoT untuk Meningkatkan Kualitas Pendidikan. *Sewagati, Jurnal Direktorat Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat-DRPM ITS*, 4(3), 235. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v4i3.7980>
- Singh, R., & Bhanot, N. (2020). An integrated DEMATEL-MMDE-ISM based approach for analysing the barriers of IoT implementation in the manufacturing industry. *International Journal of Production Research*, 58(8), 2454–2476. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1675915>
- Soumyalatha, & Hegde, S. G. (2016). Study of IoT: Understanding IoT Architecture, Applications, Issues and Challenges. *International Journal of Advanced Networking & Applications*, (January), 477–482.
- Stoces, M., Vanek, J., Masner, J., & Pavlik, J. (2016). Internet of Things (IoT) in Agriculture-Selected Aspects. *AgEcon Search*, 8(1), 18. <https://doi.org/10.7160/aol.2016.080108.Introduction>
- Taiwo, O., & Ezugwu, A. E. (2021). Internet of Things-Based Intelligent Smart Home Control System. *Security and Communication Networks*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9928254>