

Sistem Peringatan dan Pemadaman Kebakaran Berbasis Internet of Things dengan Notifikasi Lokasi Google Maps Pada Perguruan Muhammadiyah Kota Lhokseumawe

Syamsul^{1*}, Fakhrrur Razi², Suherman³, Hanafi⁴, Amir D⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

³*syamsul@pnl.ac.id

Abstrak—Pemilihan lokasi Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) didasarkan pada pertimbangan kebutuhan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran disebabkan tata letak gedung Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe yang padat, banyaknya ruang-ruang belajar dan kantor sehingga rawan terhadap kebakaran. Di tambah lagi lokasinya yang padat dan jalanan yang sempit mengakibatkan sulitnya bantuan pemadaman jika terjadi kebakaran. permasalahan mitra adalah sistem yang ada saat ini, sistem pemadaman belum dilakukan secara otomatis dan notifikasi kebakaran belum lokasi kebakaran berbasis google maps belum tersedia pada sistem yang ada. Tujuan dan manfaat kegiatan ini adalah menerapkan pengembangan dan pengintegrasian sistem peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis internet of things dan lokasi kebakaran pada gedung perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe, yang dapat berkerja secara otomatis melakukan pemadaman dan membunyikan alarm, memberikan notifikasi peringatan secara real time pada pihak sekolah untuk pencegahan dan evakuasi, serta memberikan notifikasi lokasi kepada petugas pemadam kebakaran. Metode pelaksanaan terbagi pada tiga tahap yaitu perancangan dan pabrikan sistem di laboratorium Mikriprocessor dan Interface, instalasi dan pengujian sistem pada gedung Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe dan pelatihan penggunaan sistem oleh petugas keamanan dan pihak pengelola perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe. Hasil yang dicapai berupa alat sistem peringatan dan pemadaman kebakaran yang dengan pemantauan dan pengontrolan dilakukan melalui smart phone/hand phone.

Kata kunci— Google maps, Notifikasi, Peringatan, Pemadaman, Internet of Things

Abstract— The selection of the Community Service location was based on the consideration of the need for a fire warning and extinguishing system due to the dense layout of the Muhammadiyah Lhokseumawe College building, many study rooms and offices making it prone to fire. In addition, the dense location and narrow roads make it difficult to assist in extinguishing if a fire occurs. The partner's problem is the current system, the extinguishing system has not been carried out automatically and fire notification is not yet available on the existing system. The purpose and benefits of this activity are to implement the development and integration of an internet of things-based fire warning and extinguishing system and fire location in the Muhammadiyah Lhokseumawe College building, which can work automatically to extinguish and sound the alarm, provide real-time warning notifications to the school for prevention and evacuation, and provide location notifications to firefighters. The implementation method is divided into three stages, namely the design and fabrication of the system in the Microprocessor and Interface laboratory, installation and testing of the system in the Muhammadiyah Lhokseumawe College building and training on the use of the system by security officers and the management of the Muhammadiyah Lhokseumawe College. The results achieved are in the form of a fire warning and extinguishing system tool with monitoring and control carried out via smartphone/cell phone.

Keywords— Google maps, Notifications, Warnings, Outages, Internet of Things

I. PENDAHULUAN

Kebakaran dikategorikan sebagai salah satu bencana, sedangkan kebakaran sendiri memiliki pengertian sebagai situasi dimana bangunan pada suatu tempat seperti rumah/pemukiman, pabrik, pasar, gedung dan lain-lain dilanda api yang menimbulkan korban dan/atau kerugian [1],[2]. Seringkali masyarakat terlambat menyadari adanya kebakaran di suatu tempat. Keterlambatan penanganan kebakaran yang menyebabkan kerugian materi yang besar. Disinyalir kesulitan menuju lokasi kebakaran juga menjadi salah satu penyebab [3],[5]. Tata letak gedung Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe yang padat, banyaknya ruangan-ruang belajar dan kantor sehingga rawan terhadap kebakaran. Di tambah lagi lokasinya yang padat dan jalanan yang sempit mengakibatkan sulitnya bantuan pemadaman jika terjadi kebakaran. Dan jika terjadi kebakaran pada satu bagian gedung akan cepat merembet ke bagian gedung lainnya. Dengan tata letak gedung seperti ini, akan menyulitkan petugas dalam memadamkan api. Tindakan yang paling tepat adalah mencegah terjadinya kebakaran dengan mendeteksi tanda-tanda kebakaran. Tanda-tanda kebakaran pada gedung sekolah Muhammadiyah Lhokseumawe sulit dideteksi oleh petugas keamanan dan pihak sekolah [11]. Tetapi jika api cepat membesar diperlukan tindakan pemadaman secara cepat baik dari sistem dan bantuan petugas pemadam kebakaran. Banyaknya barang-barang inventaris dan dokumen pada

sekolah ini, terjadinya kebakaran akan mengakibatkan kerugian yang besar. Sebelumnya sistem peringatan dini kebakaran Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe, sudah tersedia tetapi belum optimal baik dari fungsi maupun dari jumlahnya. Kekurangan sistem sebelumnya dari fungsinya adalah:

- Sistem hanya diterapkan untuk mendeteksi kebakaran dengan memberikan notifikasi kebakaran pada smart phone pengguna (pihak sekolah/keamanan). Dan jika tanda kebakaran pada level bahaya maka alarm kebakaran akan diaktifkan oleh pengguna.
- Sistem pemadaman kebakaran belum bekerja secara otomatis, yaitu pompa air untuk penyiraman diaktifkan secara manual baik menggunakan smart phone maupun secara langsung pada sistem.
- Notifikasi kebakaran belum terkoneksi ke petugas pemadam kebakaran dan juga belum berbasis lokasi, sehingga petugas pemadam kebakaran dapat terlambat tahu dan sampai ke lokasi kebakaran.
- Jumlah sistem peringatan dan pemadaman kebakaran perlu diperbanyak dengan mengoptimalkan titik peletakan sistem.

Sehingga diperlukan suatu pengembangan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran yang dapat mengatasi kekeurangan-kekeurangan sistem yang sudah terinstal sebelumnya. Salah satu solusi saat notifikasi terdeteksi adanya

kebakaran terjadi dapat diketahui oleh pemilik gedung dan pemadam kebakaran secara realtime dan efektif dengan membuat aplikasi berbasis android dengan memanfaatkan internet of things dan Google Maps. Penerapan IoT (internet of things) juga berfungsi untuk mengirimkan informasi antar sensor, agar pemilik gedung dapat melakukan monitoring secara online dengan menggunakan penerapan Google Maps. Google Maps juga berfungsi untuk mengirim letak posisi alat yang dipasang pada bangunan [8].

Kehadiran perguruan tinggi yang memiliki sumber daya iptek dan sumber dana dalam bentuk kegiatan PKM menjadi alternatif untuk memenuhi kebutuhan sistem ini. Dengan situasi yang ada di Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe, dan kebutuhan akan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran yang dikembangkan, maka kegiatan dosen dari Politeknik Negeri Lhokseumawe dalam bentuk PKM dalam bentuk transfer teknologi dengan kepakaran bidang pengontrolan berbasis internet of things, dapat membantu ketersediaan sistem ini. Dengan ketersediaan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran pada gedung Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe melalui transfer iptek, akan memberikan keuntungan kepada mitra.

Salah satu solusi saat notifikasi terdeteksi adanya kebakaran terjadi dapat diketahui oleh pemilik gedung dan pemadam kebakaran secara realtime dan efektif dengan membuat aplikasi berbasis android pada smart phone dengan memanfaatkan internet of things dan berbasis Google Maps. Pengembangan sistem ini menggunakan node mcu esp32, Neo 6M gps, sensor api dan sensor asap dan platform berbasis IoT.

Permasalahan berhubungan dengan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran pada perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe saat ini sebagian sudah terselesaikan yaitu dengan adanya sistem peringatan dini kebakaran berbasis internet of things. Sistem peringatan kebakaran yang ada belum optimal untuk mendeteksi kebakaran dan melakukan pemadaman jika terjadi kebakaran. Kekeurangan dan yang menjadi permasalahan mitra adalah:

- Sistem yang ada saat ini, sistem pemadaman belum dilakukan secara otomatis jika terjadi kebakaran pada salah satu gedung, pemadaman hanya dapat dilakukan jika petugas berada di lokasi kebakaran;
- Selain itu, banyaknya ruangan pada gedung perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe, sistem yang ada saat ini belum dapat mendeteksi dan melakukan pemadaman kebakaran secara menyeluruh;
- Notifikasi kebakaran belum lokasi kebakaran berbasis google maps belum tersedia pada sistem yang ada;
- Letak Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe yang jauh memungkinkan keterlambatan datangnya petugas pemadam kebakaran.

Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) berupa penerapan ipteks ini adalah:

- Mencegah terjadinya kebakaran pada gedung perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe dengan menerapkan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran yang bekerja secara otomatis dan memberikan peringatan berupa notifikasi secara real time melalui smart phone pada pihak keamanan dan pimpinan sekolah.
- Mengembangkan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran yang dapat memberikan notifikasi lokasi kebakaran pada petugas pemadam kebakaran secara cepat untuk mengurangi resiko terjadinya kebakaran yang

dapat menghancurkan barang inventaris dan dokumen milik sekolah.

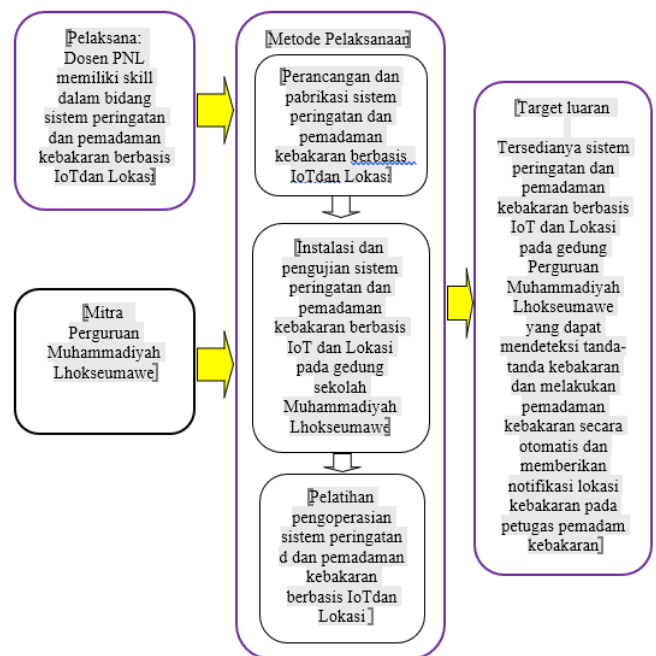
- Pengembangan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis internet of things dan lokasi melalui transfer iptek dari pelaksana PKM kepada mitra, sehingga sistem ini tersedia tanpa biaya dari perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe.

Sedangkan manfaat kegiatan ini adalah menerapkan pengembangan dan pengintegrasian sistem peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis internet of things dan lokasi kebakaran pada gedung perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe, yang dapat berkerja secara otomatis melakukan pemadaman dan membunyikan alarm, memberikan notifikasi peringatan secara real time pada pihak sekolah untuk pencegahan dan evakuasi, serta memberikan notifikasi lokasi kepada petugas pemadam kebakaran agar pemadaman cepat dilakukan.

II. METODOLOGI PELAKSANAAN

A. Metode pelaksanaan

Metode pelaksanaan pada kegiatan PKM berupa penerapan iptek sistem peringatan dan kebakaran berbasis IoT (*Internet of Things*) dan lokasi Google Maps terbagi atas tiga tahapan yaitu perancangan dan pabrikan sistem di laboratorium Mikriprocessor dan Interface, instalasi dan pengujian sistem pada gedung Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe dan pelatihan penggunaan sistem oleh petugas keamanan dan pihak pengelola sekolah Muhammadiyah Lhokseumawe. Metode pelaksanaan kegiatan PKM diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode pelaksanaan kegiatan PKM

Berdasarkan Gambar 1, metode pelaksanaan kegiatan PKM ini adalah penerapan iptek pengembangan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis Internet of Things dan lokasi (Google Maps) pada gedung Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe. Tahapan metode pelaksanaan PKM adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan pabrikan pengembangan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis Internet of Things dan lokasi Google Maps.

Perancangan Sistem dilakukan tim pelaksana pada laboratorium Mikroprosesor dan Interface jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe. Perancangan sistem menggunakan software proteus. Adapun Sistem ini, setiap modul menggunakan mikrokontroler nodemcu esp32, sensor api flame sensor, sensor asap MQ2, sensor suhu DHT11 tanda kebakaran yaitu panas, api dan asap. Sistem juga menggunakan GPS NEO 6M untuk mendeteksi lokasi kebakaran. Sedangkan alarm digunakan untuk memberikan peringatan evakuasi jika sudah terjadi kebakaran [12],[13]. Sistem pemadaman berupa penyiraman air secara otomatis jika terdeteksi api. Perancangan program pada Arduino ide, di mana sistem pemantauan suhu, api dan asap pada smart phone, notifikasi peringan juga pada smart phone [9],[10]. Pengontrolan alarm dan penyiraman juga dapat dilakukan pada smart phone. Lokasi kebakaran dikirimkan ke petugas pemadaman kebakaran berbasis Google Maps Setelah perancangan pada proteus sesuai, dilakukan perakitan dan pabrikan sistem peringatan dini kebakaran. Kegiatan ini direncanakan selesai dalam waktu 1 (satu) minggu atau 25% dari pelaksanaan kegiatan PKM.

2. Instalasi dan pengujian pengembangan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis Internet of Things dan lokasi (Google Maps).

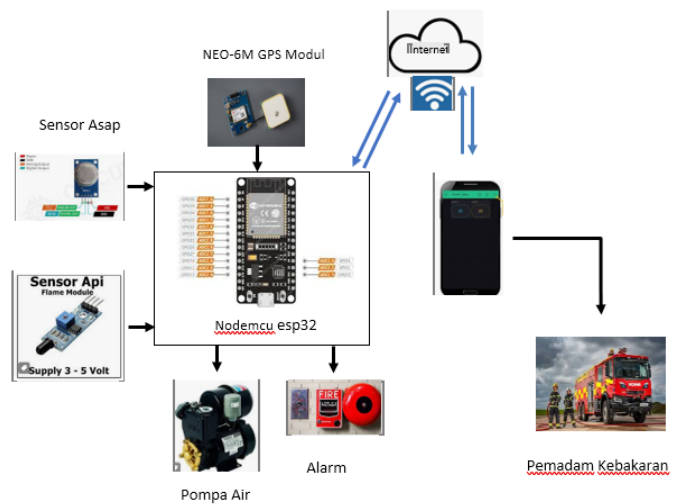
Instalasi sistem pada gedung Perguruan Muhammadiyah Lhokseumawe, dilakukan pada ruangan yang rawan terjadinya kebakaran dan pada gedung yang paling penting terhindar dari kebakaran. Instalasi meliputi instalasi alat dan instalasi sosftware. Instalasi alat yaitu instalasi sistem pemantauan, peringatan dan sistem pengontrolan penyiraman api. Instalasi software aplikasi pada smart phone menggunakan aplikasi blynk iot. Blynk iot merupakan salah satu platform iot yang mudah diterapkan dan berbasis android. Evaluasi dilakukan sebelum, dan setelah kegiatan. Kegiatan ini direncanakan selesai dalam waktu 2 (dua) minggu atau 50% dari pelaksanaan kegiatan PKM.

3. Pelatihan pengoperasian pengembangan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis Internet of Things dan lokasi (Google Maps). Pelatihan pengoperasian dilakukan setelah instalasi sistem dan pengujian dinyatakan selesai dan sistem berjalan dengan baik. Pelatihan pengoperasian dilakukan agar pengguna dapat mengoperasikan peringatan dan pemadaman kebakaran berbasis Internet of Things dan lokasi (Google Maps) dengan prosedur yang tepat dan benar, serta dapat mengatasi dan menyelesaikan jika terjadi *trouble shooting* pada sistem. Kegiatan ini direncanakan selesai dalam waktu 1 (satu) minggu atau 25% dari pelaksanaan kegiatan PKM

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

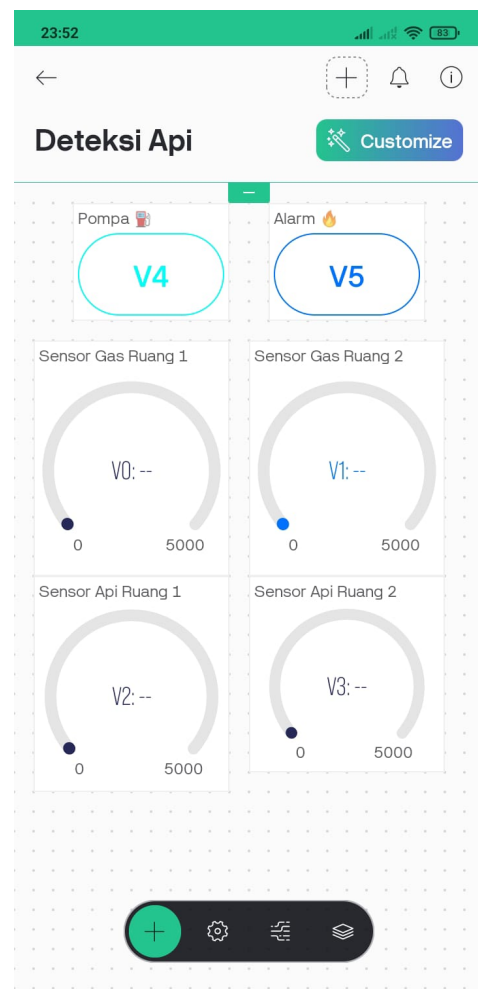
A. Hasil Kegiatan

Perancangan sistem peringatan dini kebakaran berbasis IoT terdiri dari perancangan Peralatan dan perancangan aplikasi sistem IoT. Hasil perancangan peralatan seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran

Sistem peringatan dan pemadaman kebakaran terdiri dari dua unit sistem pendeteksi api dan asap dan satu unit sistem pengontrolan alarm dan penyiraman api. Selanjutnya adalah perancangan sistem IoT menggunakan platform blynk iot dan telegram untuk menunjukan lokasi kebakaran. Hasil perancangan diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan blynk iot sistem peringatan dan pemadaman kebakaran menggunakan blynk iot

Berdasarkan perancangan sistem peringatan dini kebakaran pada gedung sekolah Muhammadiyah Lhokseumawe, diimplementasikan dalam bentuk sistem selanjutnya dilakukan instalasi sistem seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil instalasi sistem peringatan dan pemadaman kebakaran pada gedung sekolah Muhammadiyah

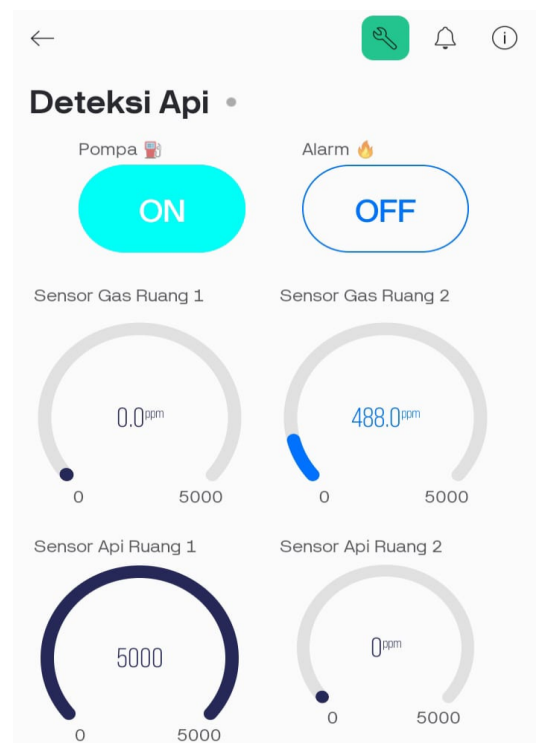
Hasil pengujian sistem peringatan dan pemadaman kebakaran setelah diinstalasi pada gedung sekolah Muhammadiyah Lhokseumawe seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian perangkat sistem peringatan dan pemadaman kebakaran

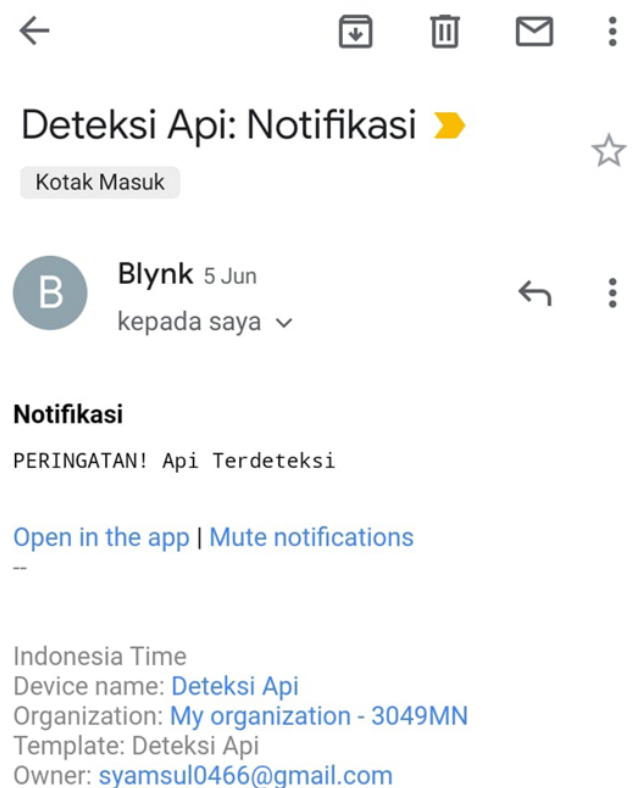
	Sensor Api Ruang 1	Sensor Api Ruang 2	Sensor Asap Ruang 1	Sensor Asap Ruang 2	Alarm Kebakaran	Pompa Air
Nodemcu esp32 Ruang 1	Deteksi Api	-	Deteksi ASsap	-	-	-
Nodemcu esp32 Ruang 2	-	Deteksi Api	-	Deteksi ASsap	-	-
Nodemcu esp32 Selasar	-	-	-	-	Bekerja	Bekerja

Hasil pengujian sensor asap, sensor api pada ruang 1 dan ruang 2 serta pengujian pengontrolan alarm dan pompa air

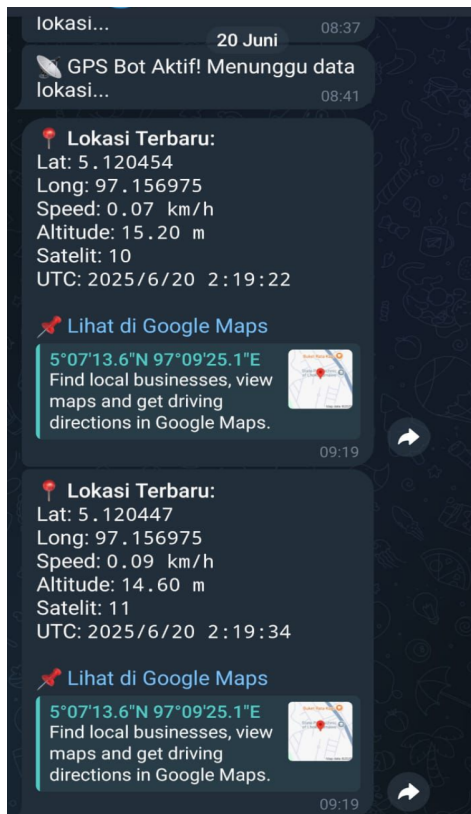
sistem iot menggunakan blynk iot diperlihatkan pada Gambar 5, Gambar 6, memperlihatkan notifikasi peringatan kebakaran, serta Gambar 7 memeprilihatkan notifikasi lokasi kebakaran.



Gambar 5 Hasil pengujian sistem peringatan dan pemadaman kebakaran pada blynk iot



Gambar 6. Notifikasi peringatan hasil pengujian sistem peringatan dini kebakaran pada blynk iot



Gambar 7 Hasil pengujian lokasi kebakaran menggunakan telegram

Hasil evaluasi pengoperasian sistem peringatan dan pemadaman kebakaran pada gedung sekolah Muhammadiyah Lhokseumawe diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel.2 Hasil evaluasi pengoperasian sistem oleh mitra

Peserta PKM	Pengoperasian perangkat sistem peringatan dan pemadaman kebakaran	Pengoperasian blynk iot sistem peringatan dan pemadaman kebakaran
Faisal Ramon, S.T., S.Pd., M.Pd.	Berhasil	Berhasil
Rina Ayuhana, S.Kom	Berhasil	Berhasil

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil perancangan Gambar 2, sistem peringatan dan pemadaman kebakaran dirancang menggunakan tiga nodemcu esp32 yaitu dua nodemcu esp32 pada ruang 1 dan ruang dua. Masing-masing node mcu esp32 dihubungkan dengan sensor api dan sensor asap dan akan mendeteksi api dan asap pada ruangan 1 dan ruangan 2. Satu buah nodemcu esp32 dirancang untuk mengontrol alarm kebakaran dan pompa air untuk melakukan penyiraman api jika terjadi kebakaran. Keduanya yaitu alarm kebakaran dan pompa air dihubungkan ke nodemcu esp32 melalui relay.

Selanjutnya berdasarkan Gambar 2 adalah perancangan iot (*internet of things*) untuk fungsi pemantauan (*monitoring*) dan pengontrolan sistem peringatan dan pemadaman kebakaran, dan notifikasi peringatan dan lokasi kebakaran. Rancangan sistem pemantauan dan pengontrolan peringatan dini kebakaran menggunakan blynk iot, sedangkan notifikasi lokasi kebakaran menggunakan aplikasi telegram. Pemantauan pada dua ruangan yaitu pemantauan api dan pemantauan asap. Notifikasi akan dikirimkan pada telepon pintar (*smart phone*)

jika ada api dan asap pada ruangan yang dipantau. Pengontrolan menggunakan blynk iot untuk mengaktifkan alarm kebakaran dan pompa air untuk penyiraman api.

Gambar 4 adalah hasil instalasi sistem peringatan dan pemadaman kebakaran. Hasil instalasi memperlihatkan sistem pengontrolan menggunakan nodemcu esp32 ditempatkan di luar ruangan pemantauan, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengontrolan pada alarm kebakaran dan pompa air. Pengontrolan juga dapat dilakukan secara manual dengan pertimbangan keamanan sistem dalam konsisi tertentu. Sedangkan pemantauan kebakaran menggunakan nodemcu esp32 pada ruang kantor dan ruang guru.

Hasil pengujian sistem setelah instalasi diperlihatkan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa deteksi api dan asap pada kedua ruangan yaitu ruang kantor dan ruang guru, sedangkan pengontrolan pada selasar. Hasil pengujian menghasilkan bahwa sensor api dan sensor asap pada kedua ruangan dapat mendeteksi api dan asap, serta relay pada pengontrolan dapat mengaktifkan alarm kebakaran dan pompa air. Hasil pengujian pada blynk iot menggunakan telepon pintar, menunjukkan besar api dan asap pada kedua ruangan dapat dideteksi, dan tombol alarm dan pompa air dapat mengaktifkan relay. Notifikasi adanya kebakaran berdasarkan Gambar 6, sebagai peringatan dini dikirimkan pada telepon pintar jika api dan asap sudah terdeteksi pada nilai yang sudah ditentukan. Gambar 7, menunjukkan notifikasi lokasi kebakaran yang dikirimkan melalui aplikasi telegram, di mana pengiriman notifikasi dilakukan jika notifikasi peringatan telah terjadi kebakaran.

Tabel 2, merupakan hasil pelatihan pengoperasian sistem peringatan dan pemadaman kebakaran pada mitra. Berdasarkan tabel tersebut, mitra yang merupakan pihak yang memiliki otoritas dilatih untuk pengoperasian perangkat sistem peringatan dini kebakaran dan pengoperasian sistem iot peringatan dini kebakaran menggunakan blynk iot pada telepon pintar. Berdasarkan hasil pelatihan pengoperasian, mitra dapat menggunakan kedua sistem pengoperasian dengan tepat.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan PKM ini adalah sistem peringatan dan pemadaman kebakaran pada gedung sekolah Muhammadiyah Lhokseumawe sudah dapat berfungsi dengan mendeteksi api dan asap pada ruang kantor dan ruang guru. Deteksi api dan asap dipantau menggunakan blynk iot melalui telepon pintar (*smart phone*), dan notifikasi adanya kebakaran dikirimkan ke telepon pintar (*smart phone*), jika pada ruangan kantor dan atau ruangan guru ada api dan atau asap, serta adanya notifikasi lokasi kebakaran.

Pengontrolan jika peringatan dini kebakaran melalui notifikasi pada telepon pintar (*smart phone*), akan direspon oleh alarm kebakaran dan penyiraman menggunakan pompa air yang terhubung pada blynk iot. Notifikasi lokasi kebakaran menggunakan gps yang dikirimkan melalui telegram. Pengontrolan dilakukan melalui telepon pintar (*smart phone*), dengan menggunakan tombol yang sudah disediakan. Pengontrolan juga dapat dilakukan secara otomatis dan manual, untuk keperluan jika sistem iot tidak berfungsi akibat tidak adanya jaringan internet.

Pengoperasian sistem peringatan dini kebakaran oleh mitra baik pada perangkat dan pengoperasian sistem pemantauan dan pengontrolan peringatan dini kebakaran menggunakan

blynk iot melalui telepon pintar (*smart phone*), dapat dilakukan dengan tepat, berdasarkan hasil pelatihan yang dilakukan.

REFERENSI

- [1] Daru, A. F. (2021). Penerapan Sensor Mq2 Untuk Deteksi Kebocoran Gas Dan Sensor Bb02 Untuk Deteksi Api Dengan Pengendali Aplikasi Blynk. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 12(1), 37-43.
- [2] Hasibuan, A., Sayuti, M., Fithra, H., Siregar, W. V., Mariyudi, M., Puspasari, C., ... & Al Farizi, R. (2023). Sosialisasi Penanganan Dini Kebakaran pada Sekolah di Lhokseumawe-Aceh Utara. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 3(2), 95-99.
- [3] Husny, H., Kurniawan, F., & Lasmadi, L. (2022). Pengembangan sistem pemantau kebocoran gas elpiji dan peringatan dini bahaya kebakaran berbasis Internet of Things. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*, 4(1), 61-74.
- [4] Napu, A., Kembuan, O., & Santa, K. (2022). Sistem Peringatan Dan Penanganan Dini Kebakaran Berbasis Internet Of Things (IoT). *JOINTER: Journal of Informatics Engineering*, 3(01), 10-16.
- [5] Pola, S. Y. T., Paiki, F. F., & Rantelinggi, P. H. (2022). Perancangan Sistem Alarm Kebakaran Berbasis IoT: IoT-based fire alarm system design. *JISTECH: Journal of Information Science and Technology*, 11(1), 59-67.
- [6] Rahayu, N. (2022). Perancangan Sistem Peringatan Dini Kebakaran Berbasis Esp8266 Menggunakan Sensor Fusion. *Storage: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 1(4), 12-17.
- [7] Ramschie, A., Makal, J., Katuuk, R., & Ponggawa, V. (2021, September). Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 12, pp. 175-181).
- [8] Saloom, Z. (2023). Sistem Monitoring Deteksi Kebakaran Bangunan Berbasis IOT dan Android dengan Google Maps API. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, 7(1), 1-10.
- [9] Siswanto, S., Laurin, M. S., & Wibowo, D. W. (2022). Prototype Akses Gedung Perpustakaan Dilengkapi Sistem Peringatan Dini Kebakaran Berbasis Internet of Things. *Prosisko: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 9(2), 54-60.
- [10] Soebagia, H. S., & Wismiana, E. (2022). Pemanfaatan Sensor Asap/Gas MQ-2 dan Sensor Api HW-484 untuk Peringatan Dini Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Elektro Teknik*, 1(2), 1-9.
- [11] Syamsul, S., Bakhtiar, B., Razi, F., & Mardiyanto, A. (2022). Penerapan Sistem Kontrol Berbasis IoT (Internet of Things) Pada Gedung Sekolah Muhammadiyah Lhokseumawe. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 6, No. 1, pp. 1-4).
- [12] Wicaksono, M. F., & Rahmatya, M. D. (2020). Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 10(1), 40-51.
- [13] Zulkifli, Z., Muhallim, M., & Hasnahwati, H. (2024). Pengembangan Sistem Alarm dan Pemadam Kebakaran Otomatis Menggunakan Internet of Things. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3).