

Prototipe Mikrokontroler Multisensor Menggunakan Arduino Uno Berbasis Web Sebagai Sistem Keamanan Rumah

Prototype of Multisensor Microcontroler Using Web-Based Arduino Uno As a Home Security System

Fransiskus Panca Juniawan¹, Dwi Yuny Sylfania², Rendy Septia Adiputra³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, STMIK Atma Luhur, Pangkalpinang
e-mail: fransiskus.pj@atmaluhur.ac.id, dysylfania@atmaluhur.ac.id,
1211500116@mahasiswa.atmaluhur.ac.id

Abstrak

Rumah adalah salah satu kebutuhan pokok manusia. Selain menjadi tempat berlindung dan beristirahat, terdapat banyak barang berharga yang disimpan di dalam rumah. Untuk itu keamanan rumah terus menjadi isu yang perlu dibahas. Seiring perkembangan zaman, teknologi dapat digunakan dalam pengamanan rumah, salah satunya adalah menggunakan mikrokontroler dan sensor. Penelitian ini menggunakan model penelitian Prototype dengan empat tahapan, yakni pengumpulan data, perancangan cepat prototipe, perancangan prototipe, dan pengujian prototipe. Juga digunakan berbagai sensor seperti sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, MQ9 sensor untuk kebocoran gas, sensor LM35 untuk mendeteksi suhu, magnetik sensor untuk mendeteksi status pintu, dan sensor flame untuk mendeteksi api. Untuk menambah nilai mobilitasnya, maka dibuat agar keseluruhan kinerja sensor dapat dipantau menggunakan web. Dari tahapan pengujian kinerja sensor dan monitoring web didapat hasil sistem yang dibangun dapat bekerja dengan baik. Sensor PIR dapat mendeteksi gerakan terjauh 5 meter. Sensor MQ2 dapat mengidentifikasi gas dari jarak 2,5 meter. Sensor LM35 dapat mendeteksi suhu ruangan. Sensor magnetik dapat memberikan status pintu terbuka dengan jarak maksimal 1,9 sentimeter, dan sensor api dapat mendeteksi api dengan jarak terjauh 3 meter.

Kata kunci—Sistem Keamanan Rumah, Multisensor, Mikrokontroler, Arduino, Web

Abstract

Home is one of the basic human needs. Apart from being a place of refuge and rest, there are many valuables that we store inside the house. For this reason, home security continues to be an issue that needs to be discussed. Along with the times, technology can be used in home security. Microcontrollers, sensors, and the web can be combined to create the security system. This study uses a Prototype research model with four stages, data collection, rapid planning design, prototype design, and testing the prototypes. Also used are various sensors such as PIR sensors for motion detection, MQ9 sensors for gas leaks, LM35 sensors for temperature detection, magnetic sensors to detect the status from our doors, and flame sensors to detect fire. To add more value to mobility, it is made so that the overall performance of the sensor can be monitored by the user over the web. From the stages of sensor performance testing and web monitoring the results of the system built can work well. The PIR sensor can detect the furthest movement of 5 meters. The MQ2 sensor can identify gas from a distance of 2.5 meters. LM35 sensor can detect room temperature. The magnetic sensor can provide an open door status with a maximum

distance of 1.9 centimeters, and the fire sensor can detect the fire with the farthest distance of 3 meters.

Keywords—Home Security System, Multisensor, Mikrokontroler, Arduino, Web

1. PENDAHULUAN

Manusia sebagai makhluk sosial memiliki tiga kebutuhan primer dalam hidupnya, yakni sandang (pakaian), pangan (makanan), dan papan (rumah). Sebagai salah satu kebutuhan primer manusia, rumah telah banyak berubah fungsinya. Bukan hanya sebagai tempat berteduh, berlindung, dan beristirahat, namun kita juga dapat menaruh dan menyimpan barang-barang berharga di rumah kita. Seiring berjalannya waktu, banyak tindak kejahatan pencurian terhadap rumah yang memiliki tingkat keamanan rendah. Untuk itu keamanan rumah menjadi salah satu tantangan yang harus diperhatikan oleh pemilik rumah. Dengan berkembangnya zaman dan teknologi, telah banyak diterapkan metode berbasis teknologi untuk keamanan rumah. Salah satunya adalah dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor. Kombinasi dari keduanya dapat memberikan solusi keamanan berdasar kelebihannya masing-masing. Ada banyak jenis mikrokontroler, yang populer misalnya arduino dan raspberry. Juga ada banyak macam sensor yang dapat digunakan untuk pengamanan rumah.

Penelitian ini menggunakan model penelitian *Prototype* dengan empat tahapan, yakni pengumpulan data, perancangan cepat prototipe, perancangan prototipe, dan pengujian prototipe. Untuk mikrokontroler menggunakan Arduino Uno ATmega 328. Arduino seri ini digunakan karena kelebihannya yakni memiliki 22 pin I/O sebagai pin I/O digital, memiliki 32 Kbyte memory flash, juga memiliki 1 Kbyte EEPROM dan 2 Kbyte SRAM yang memiliki sifat *read and written* [1]. Selain itu kemudahan pengkodeannya yang menggunakan bahasa C dan ketersediaan antarmuka dalam pengkodeannya [2]. Penelitian ini juga menggunakan multisensor, seperti sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, MQ9 sensor untuk kebocoran gas, sensor LM35 untuk mendeteksi suhu, *magnetik switch* untuk mendeteksi status pintu, dan sensor *flame* untuk mendeteksi api. Sensor PIR memiliki kelebihan yakni bersifat pasif (menerima radiasi sinar infra merah dari luar) [3]. Sensor suhu LM35 digunakan karena kelebihannya yang hemat daya karena setiap peningkatan suhu sebesar 1 derajat celcius terjadi peningkatan arus 60 μ A [4]. *Magnetic switch* digunakan karena logikanya yang sederhana dalam implementasinya [4]. Sensor *flame* digunakan karena dapat mendeteksi panas api di dalam suatu ruangan [5]. Namun penerapan mikrokontroler dan multisensor juga belum cukup. Kinerja dan status dari multisensor harus dapat dipantau. Selain itu, kejadian yang terdeteksi oleh sensor harus segera diinformasikan kepada pemilik rumah. Oleh karena itu, sistem yang dibangun dirancang agar dapat dipantau via web.

Telah dilaksanakan penelitian sebelumnya mengenai pengamanan rumah menggunakan mikrokontroler yang menggunakan sensor PIR [6] dan multisensor [4],[7],[8]. Penelitian lainnya juga melakukan penerapan mikrokontroler dengan berbasis SMS [1],[5],[9],[10],[11],[12],[13], berbasis web [14],[15],[16], dan berbasis android [3]. Mikrokontroler juga dikembangkan untuk pemanfaatan *smarthome* berbasis *Internet of Things* [17],

Penelitian lainnya menerapkan penggunaan mikrokontroler sebagai sistem peringatan jarak aman kendaraan roda empat [18]. Selanjutnya diterapkan juga algoritma *Histogram Oriented of Gradient* sebagai sistem pemantau keamanan menggunakan Raspberry [19]. Logika fuzzy diterapkan dalam perancangan *smarthome* berbasis *wireless* menggunakan mikrokontroler [2].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model penelitian *Prototype* yang terdiri dari empat tahapan sebagaimana dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

2.1. Tahapan Pengumpulan Data

Tahapan ini melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk pembangunan prototype sistem, seperti kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Data diperoleh dari studi literatur berupa buku, jurnal, artikel dengan tema yang sebidang dengan penelitian.

Kebutuhan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Arduino IDE
2. Browser
3. Fritzing, sebagai *tool* perancang skematik alat
4. Astah Community, sebagai *tool* perancang diagram UML
5. OpenHab, sebagai penyeragam antarmuka sistem otomatisasi rumah
6. Mosquitto, sebagai penghubung mikrokontroler dengan OpenHab

Adapun kebutuhan perangkat kerasnya adalah sebagai berikut:

1. Notebook
2. Mikrokontroler Arduino Uno
3. Sensor PIR
4. Sensor gas MQ9
5. Sensor suhu LM35
6. Sensor magnetik
7. Sensor flame

2.2. Tahapan Perencanaan Cepat

Dilakukan perancangan terhadap prototipe sistem yang dibangun. Perancangan dengan menggunakan *tool* Unified Modelling Language (UML) berupa *usecase diagram*, *package diagram*, dan *deployment diagram*.

2.3. Tahapan Perancangan Prototipe

Selanjutnya adalah pembangunan prototipe sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya.

2.4. Tahapan Pengujian Prototipe

Setelah prototipe selesai dibangun, maka dilakukan serangkaian ujicoba untuk mengetahui kinerja dari prototipe yang dibangun.

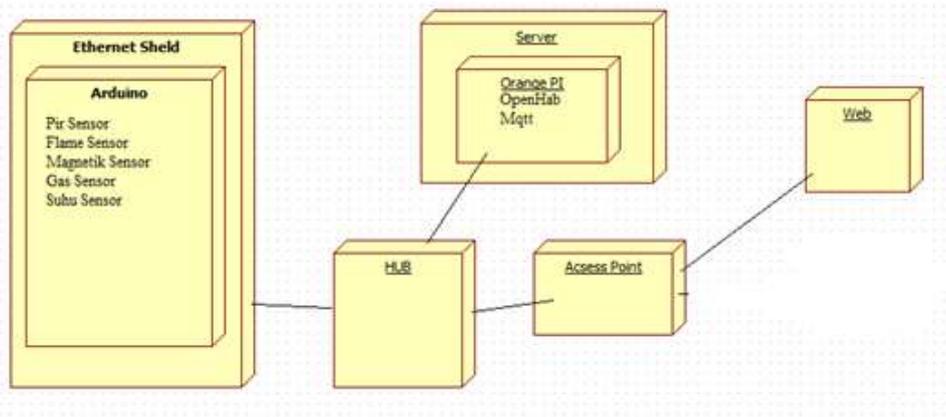
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Sistem

Untuk melakukan pengembangan sistem, maka harus dibuat perancangan sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem terdiri dari *Deployment Diagram*, *Use Case Diagram*, dan menggunakan gambaran skematik dari komponen-komponen perangkat keras yang digunakan.

3.1.1. Deployment Diagram

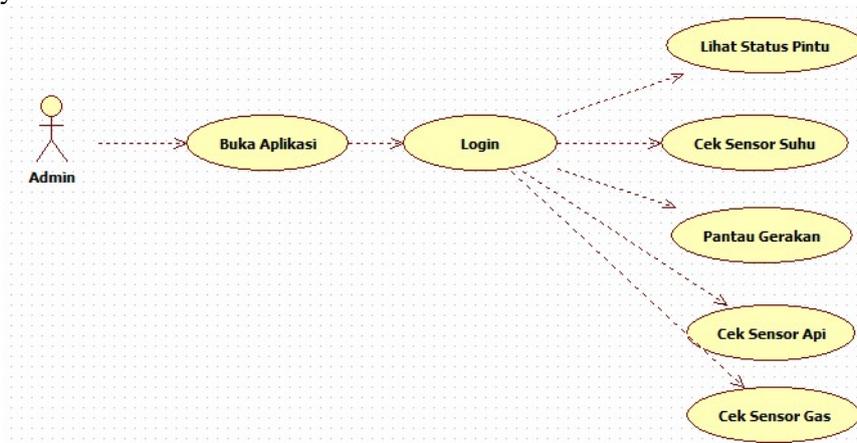
Untuk menggambarkan alur kerja prototipe sistem yang dibangun digunakan deployment diagram seperti pada Gambar 2. Alur kerja sistem dimulai dari pendeteksian yang dilakukan oleh sensor api, sensor gas, sensor suhu, sensor gerak dan sensor *magnetic switch*. Seluruh sensor bekerja mengirimkan sinyal berupa angka untuk mengenali kondisi sekitar, kemudian sensor tersebut mengirimkan perintah menuju mikrokontroler untuk di proses di mikrokontroler. Setelah diproses di mikrokontroler, maka perintah diteruskan dari *ethernet shield* menuju *software mosquito (mqtt) server* kemudian *mqtt server* akan menerjemahkan perintah tersebut agar dapat dikenali oleh Openhab. Selanjutnya OpenHab akan mengolah perintah tersebut untuk kemudian ditampilkan melalui antarmuka dari OpenHab tersebut. Kemudian melalui hub, data status hasil deteksi keseluruhan sensor juga ditampilkan pada halaman web.



Gambar 2 Deployment Diagram Prototipe Sistem

3.1.2. Use Case Diagram

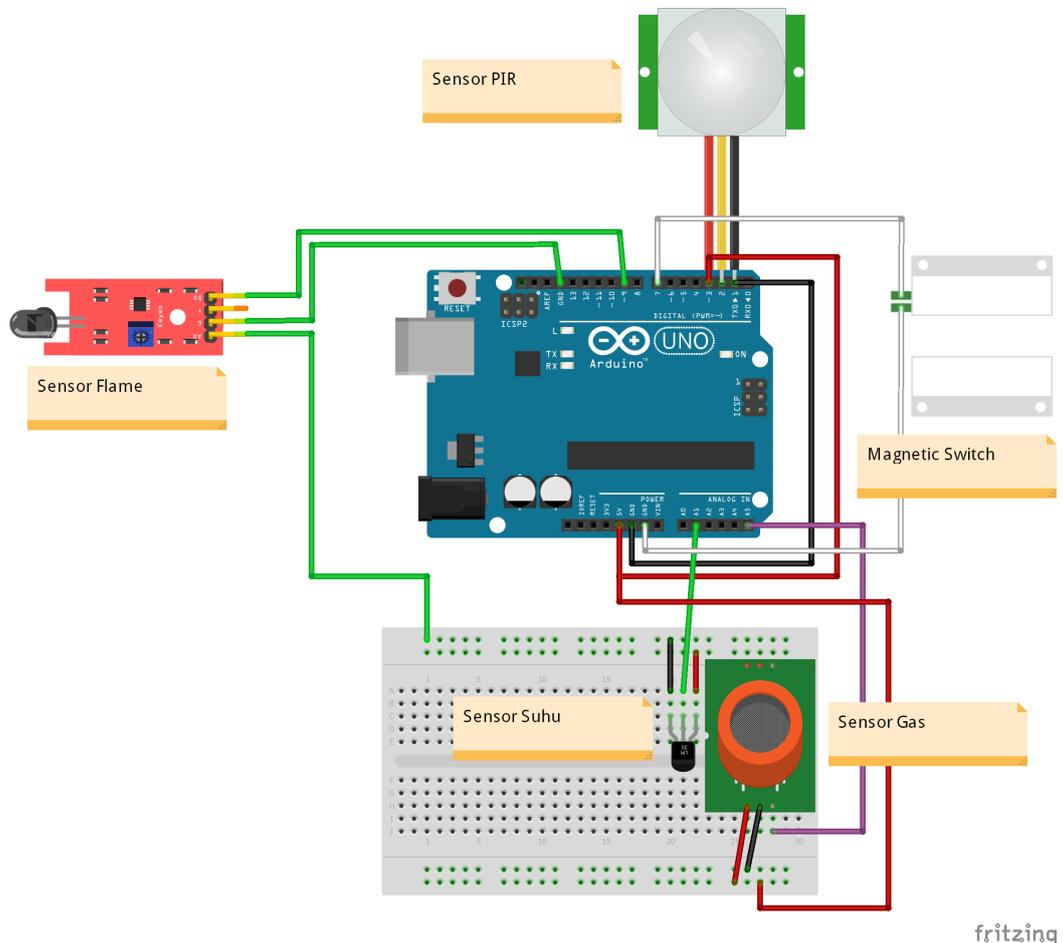
Gambar 3 menjelaskan hubungan antara pengguna dengan aktivitas yang dapat dilakukannya.



Gambar 3. Use Case Diagram Prototipe Sistem

3.1.3. *Gambaran Skematik*

Gambar 4 merupakan tampilan gambar skematik dari sistem yang dibangun. Hal ini untuk memudahkan pemahaman skematik hubungan dari keseluruhan sensor yang digunakan dengan segala perangkat keras yang lainnya. Penjelasan gambar skematik dijabarkan pada tabel 1.



Gambar 4 Skematik Sistem yang Dibangun

Tabel 1 Skema Warna Kabel

No	Warna Kabel	Keterangan
1	Merah	Kabel arus positif (Power +5V)
2	Hitam	Kabel arus negative
3	Hijau	Remote Power On/Off
4	Kuning	Kabel Data
5	Ungu	Kabel +5V Standby

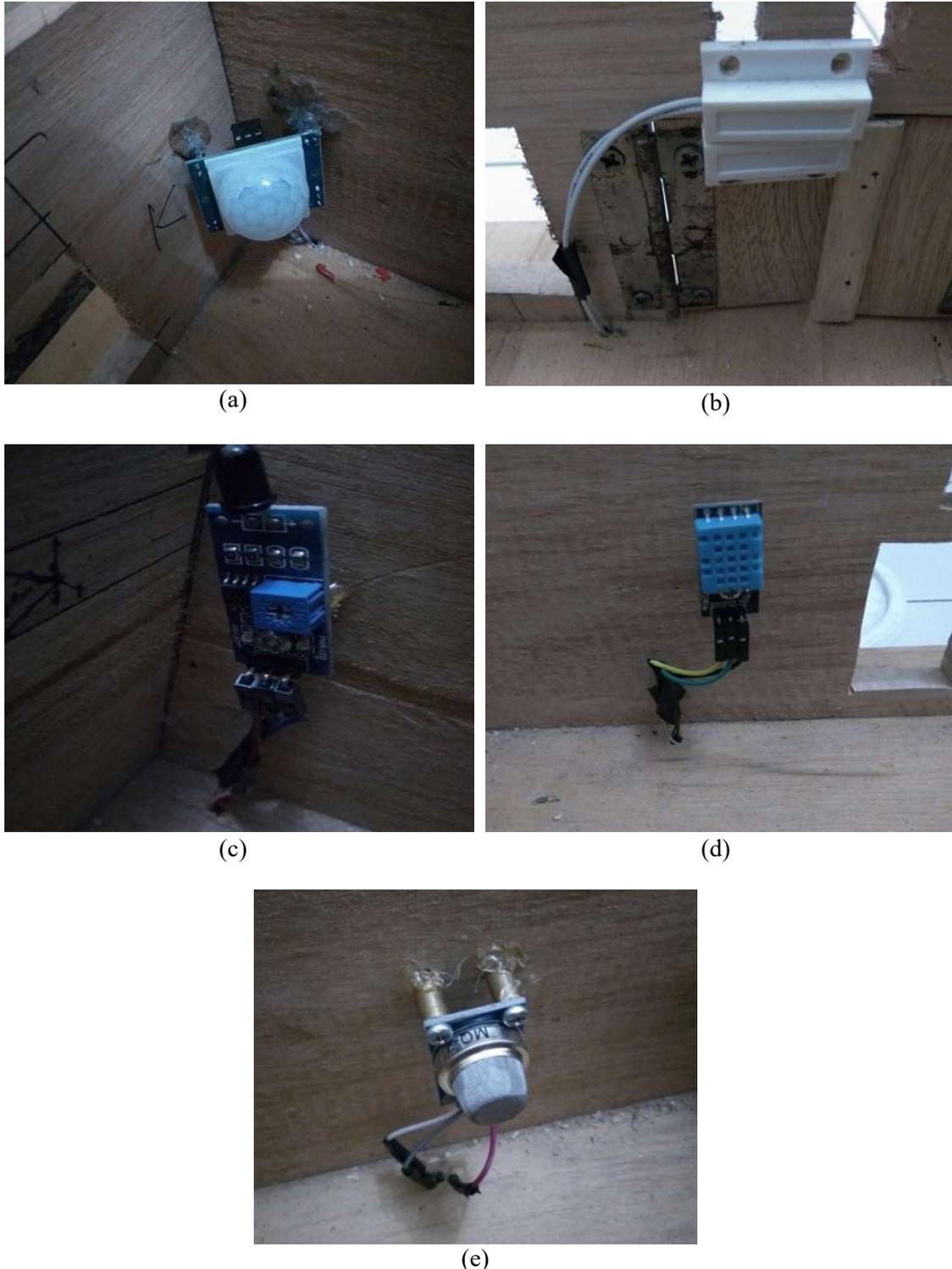
Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan. Sensor magnetic switch bermanfaat untuk mendeteksi terbukanya suatu jendela atau pintu. Sensor flame berguna untuk mendeteksi api. Sensor gas digunakan untuk mendeteksi adanya gas dalam suatu ruangan. Sensor suhu digunakan untuk mendeteksi suhu yang ada pada suatu ruangan.

3.2. *Implementasi*

Setelah dilakukan perancangan skematik komponen perangkat keras, maka pembangunan sistem diterapkan mengikuti hasil perancangan tersebut.

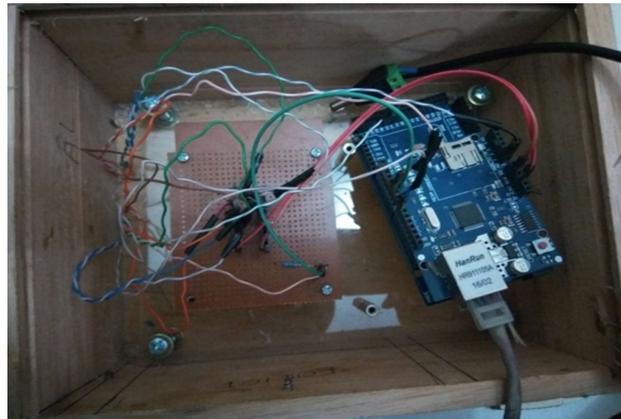
3.2.1. Sensor

Dalam melakukan tahapan implementasi, dibuatlah simulasi rumah yang berisi ruang tamu dan ruang dapur untuk menggambarkan rumah sebagaimana mestinya. Simulasi menggunakan bahan dasar kayu yang dibuat berbentuk persegi panjang. Seluruh sensor dipasang di sudut atau pada dinding simulasi.



Gambar 5 Sensor yang Digunakan, (a) sensor PIR; (b) magnetic switch; (c) sensor flame; (d) sensor suhu; (e) sensor gas

3.2.2. Rangkaian Keseluruhan Mikrokontroler



Gambar 6 Rangkaian Keseluruhan Mikrokontroler

Gambar 6 menampilkan gambar dari rangkaian keseluruhan prototipe yang dibangun. Seluruh rangkaian yang dipasang di bagian ruang tamu dan ruang dapur disimulasikan dan telah terhubung dengan baik.

3.2.3. Tampilan Halaman Web

Gambar 7 menampilkan halaman home pada antarmuka sistem web yang digunakan untuk monitoring status sensor oleh pengguna. Pada Gambar 8 ditampilkan halaman web ruang tamu. Pada ruang tamu sesuai dengan prototipe yang dibangun, pengguna dapat melihat status sensor PIR, magnetic switch, dan sensor suhu. Gambar 9 merupakan tampilan dari halaman Ruang Dapur di web. Disini pengguna dapat memantau status sensor gas dan sensor flame.



Gambar 7 Tampilan Home di Web



Gambar 8 Tampilan Halaman Ruang Tamu



Gambar 9 Tampilan Halaman Ruang Dapur

3.3. Pengujian

Tahapan ini melakukan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak prototipe untuk mengetahui apakah memiliki kinerja yang baik. Pengujian dilakukan pada seluruh sensor dan web. Tabel 2 merupakan tabel pengujian sensor PIR. Tabel 3 menjabarkan hasil pengujian sensor *magnetic switch*, Tabel 4 merupakan hasil pengujian sensor *flame*. Tabel 5 merupakan hasil pengujian sensor suhu, dan Tabel 6 menjabarkan hasil pengujian sensor gas.

Tabel 2 Pengujian Sensor PIR

No	Masukan	Jarak (meter)	Intensitas Cahaya	Deteksi Sensor	Status Web	Waktu Notifikasi
1	Gerakan	2 meter	Terang	Berhasil	Berubah	5 detik
			Gelap	Berhasil	Berubah	8 detik
2	Gerakan	4 meter	Terang	Berhasil	Berubah	7 detik
			Gelap	Berhasil	Berubah	7 detik
3	Gerakan	5 meter	Terang	Berhasil	Berubah	7 detik
			Gelap	Berhasil	Berubah	8 detik
4	Gerakan	5,1 meter	Terang	Gagal	Tidak Berubah	-
			Gelap	Gagal	Tidak Berubah	-

Tabel 3 Pengujian *Magnetic Switch*

No	Masukan	Jarak	Intensitas Cahaya	Deteksi Sensor	Status Web	Waktu Notifikasi
1	Pintu Terbuka	1 cm	Terang	Berhasil	Berubah	2 detik
			Gelap	Berhasil	Berubah	2 detik
2	Pintu Terbuka	1,5 cm	Terang	Berhasil	Berubah	3 detik
			Gelap	Berhasil	Berubah	4 detik
3	Pintu Terbuka	1,9 cm	Terang	Berhasil	Berubah	3 detik
			Gelap	Berhasil	Berubah	5 detik

No	Masukan	Jarak	Intensitas Cahaya	Deteksi Sensor	Status Web	Waktu Notifikasi
4	Pintu Terbuka	2 cm	Terang	Gagal	Tidak Berubah	-
			Gelap	Gagal	Tidak Berubah	-

Tabel 4 Pengujian Sensor *Flame*

No	Masukan	Jarak (meter)	Deteksi Sensor	Status Web	Waktu Notifikasi
1	Api	1 meter	Berhasil	Berubah	2 detik
2	Api	2 meter	Berhasil	Berubah	2 detik
3	Api	3 meter	Berhasil	Berubah	3 detik
4	Api	3,1 meter	Gagal	Tidak Berubah	-

Tabel 5 Pengujian Sensor Suhu

No	Masukan	Deteksi Sensor	Status Web	Waktu Notifikasi
1	Suhu 20°C ke 16°C	Berhasil	Berubah	18 detik
2	Suhu 30°C ke 20°C	Berhasil	Berubah	39 detik
3	Suhu 16°C ke 25°C	Berhasil	Berubah	65 detik
4	Suhu 20°C ke 30°C	Berhasil	Berubah	87 detik

Tabel 6 Pengujian Sensor Gas

No	Masukan	Jarak (meter)	Kondisi Pintu Ruangan	Deteksi Sensor	Status Web	Waktu Notifikasi
1	Gas	1 meter	Tertutup	Berhasil	Berubah	14 detik
			Terbuka	Berhasil	Berubah	21 detik
2	Gas	1,5 meter	Tertutup	Berhasil	Berubah	19 detik
			Terbuka	Berhasil	Berubah	32 detik
3	Gas	2 meter	Tertutup	Berhasil	Berubah	54 detik
			Terbuka	Berhasil	Berubah	68 detik
4	Gas	2,1 meter	Tertutup	Gagal	Tidak Berubah	-
			Terbuka	Gagal	Tidak Berubah	-

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penerapan system dan serangkaian ujicoba terhadap prototipe yang dibangun, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan multisensor pada mikrokontroler dapat diterapkan pada sistem pengamanan rumah.
2. Dari hasil pengujian sensor PIR diketahui bahwa sensor dapat mendeteksi gerakan dengan jarak maksimal sejauh 5 meter.

3. Dari hasil pengujian *magnetic switch* didapat hasil bahwa sensor dapat mendeteksi pintu yang terbuka dengan jarak sejauh maksimal 1,9 centimeter dari sensor.
4. Dari pengujian sensor *flame* didapat hasil bahwa sensor mendeteksi api dalam jarak sejauh maksimal 3 meter.
5. Pengujian suhu yang dilakukan memberikan hasil bahwa sensor dapat mendeteksi perubahan suhu yang terjadi pada ruangan.
6. Dari pengujian sensor gas didapat hasil bahwa jarak terjauh sensor untuk mendeteksi gas adalah 2 meter
7. Dari seluruh hasil pengujian, intensitas cahaya di ruangan gelap memberi dampak terhadap waktu yang diperlukan untuk pengiriman perubahan status sensor pada web menjadi lebih lambat disbanding intensitas cahaya di tempat terang yang terbuka.

5. SARAN

Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut, sistem dapat dikembangkan lebih lanjut. Adapun saran yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Agar sistem yang dibangun dapat diterapkan pada rumah. Tidak hanya sebatas simulasi saja.
2. Sistem pemantauan status sensor dapat dikembangkan untuk diterapkan pada aplikasi mobile pada *smartphone*.
3. Sistem pemantauan juga dapat dikembangkan untuk dapat memberikan notifikasi kepada pengguna apabila terjadi deteksi sensor. Hal ini untuk mempercepat penanggulangan terhadap kejadian yang terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Asad, O. D. Nurhayati, and E. D. Widiyanto, "Sistem Pengamanan Pintu Rumah Otomatis Via SMS Berbasis Mikrokontroler ATmega328P," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- [2] D. Desmira and D. Aribowo, "PERANCANGAN SMARTHOME DENGAN RASBERRY BERBASIS WIRELESS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AVR ATMEGA328 DAN FUZZY LOGIC," *Jurnal Simetris*, vol. 7, no. 2, pp. 707–716, 2016.
- [3] D. Yendri and R. E. Putri, "Sistem Pengontrolan Dan Keamanan Rumah Pintar (Smart Home) Berbasis Android," *Journal of Information Technology and Computer Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [4] D. Kurnianto, A. M. Hadi, and E. Wahyudi, "PERANCANGAN SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA SMART HOME MENGGUNAKAN MODUL ARDUINO UNO," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 260–270, 2016.
- [5] F. P. Juniawan, D. Y. Sylfania, and E. A. Dika, "Prototipe Sistem Keamanan Ruangan Arsip Menggunakan Mikrokontroler Berbasis SMS Gateway," in *Konferensi Nasional Sistem Informasi*, 2018, pp. 8–9.
- [6] J. Waworundeng, L. D. Irawan, and C. A. Pangalila, "Implementasi Sensor PIR sebagai Pendeteksi Gerakan untuk Sistem Keamanan Rumah menggunakan Platform IoT," *Cogito*

- Smart Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 152–163, 2017.
- [7] B. Usmanto and T. Susilowati, “PERANCANGAN PROTOTYPE TEKNOLOGI SMART BUILDING MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS WEB PROPINSI LAMPUNG MENUJU PROGRAM LAMPUNG SMART CITY,” *Jurnal Informatika*, vol. 17, no. 2, pp. 45–53, 2017.
- [8] Y. Hsu *et al.*, “Design and Implementation of a Smart Home System Using Multisensor Data Fusion Technology,” *Sensors Journal*, vol. 17, no. 1631, pp. 1–21, 2017.
- [9] A. S. Ramadhan and L. B. Handoko, “RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS ARDUINO MEGA 2560,” *Techo.COM*, vol. 15, no. 2, pp. 117–124, 2016.
- [10] D. Widcaksono and M. Masyhadi, “RANCANG BANGUN SECURED DOOR AUTOMATIC SYSTEM UNTUK KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SMS BERBASIS ARDUINO,” *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 52–66, 2018.
- [11] E. Isa and N. Sklavos, “Smart Home Automation: GSM Security System Design & Implementation” *Journal of Engineering Science and Technology Review*, vol. 10, no. 3, pp. 170–174, 2017.
- [12] H. N. Awl and B. A. Karim, “Smart Home System Based on GSM Network,” *Kurdistan Journal of Applied Research*, vol. 3, no. 1, pp. 17–21, 2018.
- [13] N. H. Saleh, B. A. Mubdir, A. M. Al-Hindawi, and A. H. Ahmed, “Design and Implementation of Smart Home Energy Management System Based on GSM Network,” *Kurdistan Journal of Applied Research*, vol. 2, no. 3, 2017.
- [14] F. Masykur and F. Prasetyowati, “APLIKASI RUMAH PINTAR (SMART HOME) PENGENDALI PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH TANGGA BERBASIS WEB,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 51–58, 2016.
- [15] M. Muharam, M. Latif, and M. Saputra, “SISTEM KENDALI JARAK JAUH BERBASIS WEB UNTUK SISTEM RUMAH PINTAR,” *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 7, no. 3, pp. 203–208, 2018.
- [16] C. Chen, C. Liu, C. Kuo, and C. Yang, “Web-Based Remote Control of a Building ’ s Electrical Power , Green Power Generation and Environmental System Using a Distributive Microcontroller,” *Journal Mircomachines*, vol. 8, no. 241, pp. 1–12, 2017.
- [17] D. Satria and H. Ahmadian, “Designing Home Security Monitoring System Based Internet of Things (IoTs) Model,” *Serambi Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 255–261, 2018.
- [18] R. Mardiaty, F. Ashadi, and G. F. Sugihara, “Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32,” *Jurnal TELKA*, vol. 2, no. 1, pp. 53–61, 2016.
- [19] Y. F. Munawaroh, C. Ciksadan, and I. Salamah, “Sistem Pemantau Keamanan Berbasis Raspberry Pi 3 dengan Algoritma Histogram Oriented of Gradient,” *Jurnal TELKA*, vol. 4, no. 2, pp. 142–149, 2018.