

Perancangan *Smart Home* Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel

Octarina Nur Samijayani¹, Ibnu Fauzi²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia, Jl. Sisingamangaraja Kebaora Baru, Jakarta

Penulis untuk Korespondensi/Email: octarina.nur@uai.ac.id

Abstrak - Keamanan rumah menjadi hal yang sangat penting ketika pemilik rumah meninggalkan rumah dalam keadaan kosong. Selain pencurian, kebakaran juga merupakan masalah yang sering kali terjadi ketika rumah ditinggal pemiliknya. Sebagai alternatif solusi untuk menjaga dan mengawasi rumah yang diajukan pada penelitian ini ialah menggunakan teknologi Jaringan Sensor Nirkabel yang terintegrasi dengan jaringan internet, sehingga pemilik rumah tetap dapat mengawasi keadaan rumah dari jarak jauh. Pada penelitian ini dirancang prototype sistem rumah pintar atau *Smart Home* yang memanfaatkan teknologi Jaringan Sensor Nirkabel menggunakan standard Zigbee. Beberapa node sensor ditempatkan pada peralatan rumah, dimana setiap node dapat saling berkomunikasi secara wireless dan terpusat di node kordinator. Selanjutnya node kordinatior akan terhubung ke jaringan internet sehingga pemilik rumah dapat membuka aplikasi smart home kapan saja dan dimana saja. Rancangan sistem *Smart Home* disimulasikan menggunakan rumah model untuk menguji kinerja perangkat *Smart Home*. Pengujian kinerja *Smart Home* dimulai dengan pengujian keakurasian masing masing data sensor hingga waktu respon komunikasi dari sensor ke pusat monitoring. Tingkat error pembacaan suhu disetiap ruangan ialah 1 - 4.27%. Sensor PIR berhasil mendeteksi keberadaan orang di suatu ruangan dengan waktu delay adalah 2.8 detik dengan jarak maksimal 5 meter. Fungsi kendali dan monitoring (*on/off*) perangkat elektronik bekerja dengan baik, dengan waktu respon kurang dari 1 detik. Dari hasil pengujian komunikasi nirkabel antar node, diperoleh bahwa jarak maksimal antar node ialah sekitar 20 m, dengan rata-rata waktu respon pengiriman data ialah 1-2 detik. Adapun waktu respon mengalami delay mencapai 2 detik apabila beberapa perintah kendali dilakukan pada waktu yang bersamaan.

Kata Kunci - *Smart Home*, Jaringan Sensor Nirkabel, Zigbee.

Abstrak - Home security becomes very important when homeowners leave the house empty. In addition to theft, fire is also a problem that often occurs when the house left the owner. As an alternative solution to maintain and supervise the homes submitted in this study is to use Wireless Sensor Network technology integrated with the Internet network, so that homeowners can still monitor the state of the house remotely. In this study designed prototype smart home system or *Smart Home* which utilizes Wireless Sensor Network technology using Zigbee standard. Some sensor nodes are placed in the home equipment, where each node can

communicate wirelessly and centrally at the coordinator node. Next node coordinate will be connected to the internet network so that homeowners can open smart home application anytime and anywhere. The Smart Home system design is simulated using a home model to test the performance of Smart Home devices. Smart Home performance testing begins with testing the accuracy of each sensor data until the communication response time from the sensor to the monitoring center. The error rate of temperature readings in each room is 1 - 4.27%. PIR sensor successfully detects the presence of people in a room with a delay time is 2.8 seconds with a maximum distance of 5 meters. The control and monitoring functions (on / off) of electronic devices work well, with a response time of less than 1 second. From the results of testing wireless communication between nodes, obtained that the maximum distance between nodes is about 20 m, with the average response time of data transmission is 1-2 seconds. The response time has a delay of 2 seconds if some control commands are done at the same time.

Keywords - Smart Home, Jaringan Sensor Nirkabel, Zigbee.

PENDAHULUAN

Masalah kebakaran yang terjadi banyak disebabkan oleh kelalaian penghuni rumah itu sendiri. Menurut data dari Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana DKI Jakarta, pada tahun 2012, setidaknya ada 100 peristiwa kebakaran yang terjadi di Jakarta. Kebakaran dan pencurian menjadi masalah utama ketika pemilik rumah meninggalkan rumahnya dalam keadaan kosong. Salah satu alternatif solusi dari masalah tersebut ialah dengan memanfaatkan teknologi *Smart Home*. Smart Home atau rumah pintar adalah rumah dengan sistem otomatisasi canggih untuk memberikan informasi kepada penghuni rumah sehingga dapat melakukan monitoring dan controlling terhadap rumah tersebut. Misalnya rumah pintar dapat mengetahui dan mengendalikan pencahayaan, suhu, multi-media, keamanan, operasi jendela dan pintu, serta banyak fungsi lainnya [1].

Terdapat banyak teknologi yang dapat dikembangkan dalam merancang sistem Smart Home, diantaranya Smart Home berbasis SMS (Short Message Service) gateway. Smart Home berbasis SMS gateway adalah sebuah teknologi untuk melakukan pengendalian

terhadap beberapa peralatan elektronik rumah dengan menggunakan layanan SMS melalui jaringan GSM. Namun, teknologi tersebut dinilai kurang efektif dan efisien lagi. Pasalnya dengan perkembangan teknologi yang pesat saat ini orang-orang beralih dari penggunaan SMS ke penggunaan aplikasi yang berbasis internet. Hal itu dikarenakan penggunaan aplikasi tersebut relatif lebih murah dan fleksibel dibandingkan dengan layanan SMS. Selain itu dengan aplikasi berbasis internet dapat mendukung interface yang lebih menarik dan banyak fungsi [2].

Pada penelitian ini dirancang Smart Home berbasis Jaringan Sensor Nirkabel (Wireless Sensor Network). Wireless Sensor Network (WSN) adalah teknologi yang dapat melakukan monitoring dan controlling terhadap rumah dengan menempatkan beberapa sensor yang saling berkomunikasi secara nirkabel. Teknologi ini dengan menggunakan jaringan personal area untuk mengetahui kondisi rumah tersebut seperti suhu, pencahayaan, keamanan serta dapat menghidupkan atau mematikan perangkat-perangkat elektronik seperti AC, lampu, televisi dan peralatan lainnya. Penghuni rumah dapat mengetahui kondisi rumah saat itu melalui media internet yang saat ini dinilai

sebagai media komunikasi yang efektif dan efisien.

Pada penelitian ini teknologi Smart Home dirancang berbasis WSN menggunakan standar Zigbee untuk memudahkan user melakukan monitoring dan controlling terhadap rumah mereka. Smart Home ini dapat memberikan informasi keberadaan orang disuatu ruangan, memberi informasi mengenai suhu ruangan dan fungsi kendali peralatan yakni menyalakan atau mematikan beberapa peralatan rumah dari jarak jauh. Fungsi kendali peralatan bermanfaat untuk menghemat listrik, serta dapat menghindari kejadian hubung arus pendek (short) ketika rumah ditinggalkan dalam keadaan kosong.

KERANGKA TEORI/ TINJAUAN PUSTAKA

Sensor adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengkonversi besaran fisis ke besaran fisis lain seperti listrik. Seperangkat sensor yang berkomunikasi secara nirkabel menggunakan Personal Area Network (PAN) disebut sebagai Jaringan Sensor Nirkabel atau yang dikenal dengan Wireless Sensor Network (WSN) [3]. WSN memiliki beberapa fungsi yaitu monitoring, controlling dan agregasi data. WSN merupakan jaringan nirkabel menggunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar, seperti suhu, suara, getaran, gelombang elektromagnetik, tekanan, gerakan, dan lain-lain.

Perkembangan dari WSN sebenarnya sudah dimulai dari kebutuhan dalam bidang militer seperti pemantauan pada saat perang di medan perang. Namun sekarang WSN sudah digunakan dalam bidang industri dan penggunaan untuk kemudahan masyarakat sipil, melingkupi pengawasan dan pengontrolan proses dalam industri, mesin pengawasan kesehatan, pemantau kondisi lingkungan, aplikasi untuk kesehatan, otomatisasi pada rumah, dan pengaturan pada lalu lintas [4].

WSN berkomunikasi secara nirkabel menggunakan standar ZigBee/IEEE 802.15.4. ZigBee beroperasi di frekuensi 868MHz, 915 MHz dan 2.4GHz dengan kecepatan data transmisi hingga 250 kbps. Dukungan ZigBee

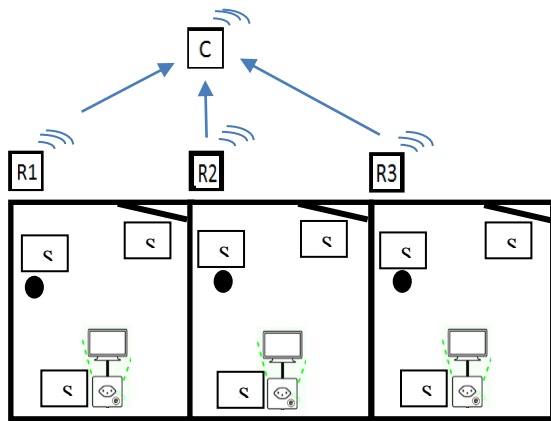
banyak simpul ditempatkan di beberapa daerah untuk membuat jaringan yang memungkinkan membentuk jaringan hingga 65.000 simpul terhubung. ZigBee memiliki teknologi dengan konsumsi daya yang rendah dan murah, sehingga sangat sesuai digunakan untuk aplikasi komunikasi data sensor [5].

Smart Home dapat memfasilitasi manajemen yang fleksibel dari pencahayaan, pemanasan, dan sistem pendingin dari mana saja di rumah, otomatisasi kontrol beberapa sistem rumah untuk meningkatkan konservasi, kenyamanan, dan keamanan, data capture listrik, air, dan penggunaan utilitas gas yang sangat rinci, menanamkan kecerdasan untuk mengoptimalkan konsumsi energi listrik. Selain itu sistem Smart Home juga dapat mendukung instalasi langsung dari sensor nirkabel untuk memonitor berbagai macam kondisi serta memfasilitasi penerimaan pemberitahuan otomatis pada deteksi kejadian yang tidak biasa [6].

Pada implementasinya, sistem Smart Home mendukung fungsi-fungsi keamanan, keadaan rumah dan setiap peralatan yang ada di rumah akan dapat selalu dipantau. Energy, efisiensi energi dapat lebih dilakukan dengan melakukan monitoring dan controlling peralatan rumah tangga dari jarak jauh. Monitoring keadaan rumah, seperti suhu, kelembaban atau pendeteksian adanya api didalam rumah. SOS atau pertolongan, sistem smart home juga dapat diintegrasikan dengan fasilitas menghubungi pusat pertolongan dengan segera [7].

METODE PENELITIAN

Sistem Smart Home yang dirancang pada penelitian ini adalah memanfaatkan teknologi WSN untuk memberikan fungsi monitoring rumah. Penelitian ini mensimulasikan prototype system smart home dengan menempatkan tiga sensor node (R1, R2, R3) pada tiga ruangan yang berbeda, dan satu coordinator node (C), seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Rancangan smart home dengan WSN

Setiap sensor node akan mengirimkan informasi berupa data sensor kepada coordinator node. Untuk lebih meningkatkan efisiensi, pada system ini dirancang agar setiap sensor node dapat membawa data sensor dari beberapa sensor. Dalam satu frame data yang dikirimkan oleh sensor node ke coordinator akan berisi tiga data sensor, yakni sensor suhu, sensor peralatan rumah, dan sensor PIR.

1. (S1) Sensor suhu untuk memonitor suhu disetiap ruangan,
2. (S2) Sensor peralatan rumah untuk memonitor apabila ada peralatan rumah yang belum dimatikan ketika pemilik rumah sedang keluar rumah,
3. (S3) Sensor PIR digunakan untuk mengetahui keberadaan orang disuatu ruangan dirumah ketika semua pemilik rumah sedang keluar rumah.

Keadaan setiap ruangan di rumah tersebut dapat dipantau oleh pemilik dari jarak jauh yang terhubung dengan internet.

Adapun perancangan perangkat keras, terdiri dari Perangkat model rumah, dan Perangkat pada setiap node sensor, terdiri dari:

- a) Sensor, pada perancangan ini akan digunakan sensor suhu DHT11, limit switch (on/off) dan PIR untuk mendeteksi keberadaan orang.
- b) Tansceiver, Xbee Pro Series 2, berfungsi untuk menerima/mengirim data dengan menggunakan standar 802.15.4 Zigbee/IEEE.
- c) Mikrokontroler Arduino UNO Rev 3, berfungsi sebagai prosesor untuk mengendalikan perangkat periferai yang terhubung dengan mikrokontroler.
- d) Sumber Listrik, berfungsi sebagai sumber energi untuk sistem WSN secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perancangan smart home ini, digunakan tiga sensor pada setiap node sensor, yaitu:

1. Sensor suhu, digunakan sensor DHT11 dan LM35 untuk mendeteksi temperature sekitar rumah untuk mengantisipasi kebakaran. Untuk sensor ini, pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu yang diperoleh dari sensor dengan sensor digital siap pakai.
2. Sensor PIR, untuk mendeteksi keberadaan orang disuatu ruangan untuk menghindari pencurian.
3. Limit switch, untuk melakukan fungsi switching (on/off) kendali peralatan rumah tangga, seperti TV, AC, dll.

Untuk memantau suhu diruangan dapat digunakan sensor suhu DHT11 dan LM35. Pada pengujian ini, diuji coba kedua sensor suhu, dengan membandingkan dengan alat pembaca suhu digital.

Tabel 1. Data pengukuran sensor suhu

| No | Rata-rata DHT11 | Rata - rata LM35 | Termo Digital | Error (%) Dht11 | Error (%) Lm35 |
|------------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | 26 | 25.4798 | 26.3 | 1.14 | 3.12 |
| 2 | 26.2 | 26.114 | 26.5 | 1.13 | 1.46 |
| 3 | 26.4 | 25.88 | 26.8 | 1.49 | 3.43 |
| 4 | 27 | 25.831 | 27.3 | 1.1 | 5.38 |
| 5 | 27.2 | 26.174 | 27.4 | 0.73 | 4.47 |
| 6 | 29.8 | 28.86 | 30.4 | 1.97 | 5.07 |
| 7 | 32 | 29.055 | 32.5 | 1.54 | 10.6 |
| 8 | 27 | 26.125 | 27.1 | 0.37 | 3.6 |
| 9 | 26 | 26.097 | 26.3 | 1.14 | 0.77 |
| 10 | 28 | 27.124 | 28.5 | 1.75 | 4.83 |
| Rata-Rata error: | | | | 1.236 | 4.273 |

Dari hasil pengujian sensor suhu diatas, diperoleh bahwa dengan menggunakan DHT11 diperoleh pembacaan suhu yang lebih akurat dengan eror sekitar 1.2% sedangkan dengan LM35 dicatat eror sebesar 4,2%. Namun berdasarkan hasil pengujian, sensor yang digunakan pada perancangan smart home ini sudah dapat membaca suhu ruangan dengan cukup baik, dengan error dibawah 5%.

Sensor suhu bekerja dengan periode sensing setiap 500ms, sehingga sistem smart home ini

dapat mencatat perubahan suhu dalam waktu yang singkat atau kurang dari 1s.

Pengujian sensor PIR dilakukan dengan mencoba keberadaan orang disuatu ruangan. Tabel 2 berikut adalah hasil pengujian sensor PIR.

Tabel 2. Hasil pengujian waktu respon PIR

| Percobaan ke- | Waktu respon (detik) | |
|---------------|----------------------|------------------|
| | tidak ada -> ada | ada -> tidak ada |
| 1 | 2.81 | 2.76 |
| 2 | 2.75 | 2.87 |
| 3 | 2.85 | 2.67 |
| 4 | 2.67 | 2.74 |
| 5 | 2.78 | 2.86 |
| 6 | 2.77 | 2.69 |
| 7 | 2.85 | 2.79 |
| 8 | 2.91 | 2.92 |
| 9 | 2.89 | 2.81 |
| 10 | 2.95 | 2.95 |
| Rata Rata | 2.823 | 2.806 |

Tabel 3. Hasil Pengujian jarak jangkauan Sensor PIR

| No. | Range (m) | Status |
|-----|-----------|------------|
| 1 | 0.5 | Detected |
| 2 | 1 | Detected |
| 3 | 1.5 | Detected |
| 4 | 2 | Detected |
| 5 | 2.5 | Detected |
| 6 | 3 | Detected |
| 7 | 3.5 | Detected |
| 8 | 4 | Detected |
| 9 | 4.5 | Detected |
| 10 | 5 | Detected |
| 11 | 5.5 | Undetected |
| 12 | 6 | Undetected |

Dari hasil pengujian sensor PIR, disimpulkan sensor bekerja dengan baik mendeteksi keberadaan orang disuatu ruangan dengan respon waktu 2.8 detik, dengan jarak jangkauan maksimal ialah 5 meter.

Sensor limit switch digunakan untuk melakukan fungsi switch (*on/off*) beberapa perangkat elektronik, seperti lampu, TV, AC,

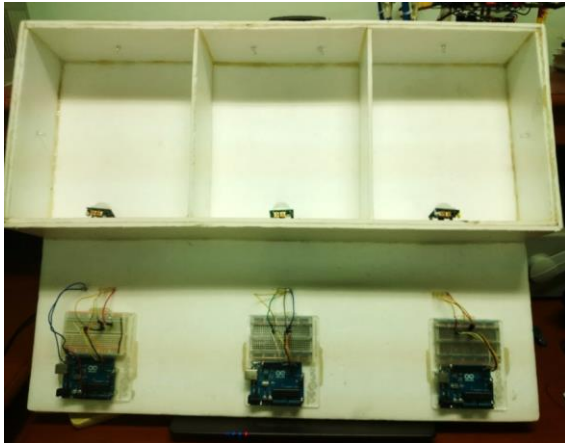
pompa air dll. Pada impelemntasinya dapat digunakan pada perangkat elektronika apa saja, yakni untuk menjalankan fungsi mengaktifkan atau me-non aktifkan suatu perangkat. Pada pengujian ditingkat prototype ini digunakan indicator LED untuk melihat keadaan on/off perangkat. Adapun tabe berikut menyajikan hasil pengujian limit switch pada beberapa LED dimasing masing ruangan.

Tabel 3. Hasil pengujian limit switch

| No | Keadaan | R1 | | R2 | | R3 | | Waktu respon (rata rata) |
|----|-----------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|--------------------------|
| | | L1 | L2 | L1 | L2 | L1 | L2 | |
| 1 | L1,R1 on | on | - | - | - | - | - | 1s |
| 2 | L1,R2 on | - | - | on | - | - | - | 1s |
| 3 | L1,R3 on | - | - | - | - | on | - | 1s |
| 4 | L2,R1 on | - | on | - | - | - | - | 1s |
| 5 | L2,R2 on | - | - | - | on | - | - | 1s |
| 6 | L2,R3 on | - | - | - | - | - | on | 1s |
| 7 | L2,R2 on, L2,R3 | - | - | - | on | - | on | 1s |
| 8 | L2,R2 on, L2,R3 on | - | on | - | on | - | on | 2s |
| 9 | L2,R1 on, L2,R2 on, L2,R3 on, L1, R1 on | on | on | - | on | - | on | 2s |

Dari hasil pengujian fungsi switch perangkat diatas, disimpulkan bahwa fungsi monitoring dan controlling perangkat berhasil dengan baik, dan waktu respon kurang dari 1s. Namun apabila diberi perintah bersamaan (dalam waktu yang singkat), sistem membutuhkan waktu delay sekitar 2s untuk memproses perintah.

Pengujian keseluruhan sistem sensor dilakukan untuk menguji komunikasi wireless yakni waktu respon monitoring dan controlling perangkat/keadaan (suhu, keberadaan orang, dan on/off perangkat) dan jarak jangkauan transceiver antar node. Adapun sistem disimulasikan menggunakan model rumah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Model Smart Home dengan WSN

Tabel 4. Hasil pengujian komunikasi *wireless*

| No. | Jarak antar node | Hasil | Waktu Respon (Rata-rata) |
|-----|------------------|-------|--------------------------|
| 1 | 1 meter | Ok | 1s |
| 2 | 5 meter | Ok | 1s |
| 3 | 10 meter | Ok | 1s |
| 4 | 20 meter | Ok | 1.5s |
| 5 | 25 meter | - | - |

Berdasarkan data pengujian komunikasi, dimana pada prototype ini digunakan tipe Xbee series2, diperoleh jarak maksimum antar node yakni sekitar 20meter dengan waktu respon komunikasi sekitar 1-1.5 detik. Hal ini dipengaruhi oleh keadaan/letak ruangan didalam rumah (*indoor*), dimana sinyal lebih sulit mendapat kondisi line of sight sehingga jarak jangkauan menjadi lebih terbatas.

KESIMPULAN

Rancangan sistem *Smart Home* berbasis *Wireless Sensor Networks* berhasil disimulasikan dengan rumah model. WSN diimplementasikan dengan multidata sensor, yakni satu node sensor membawa 4 data sensor. Pengujian kinerja Smart Home dimulai dengan pengujian keakurasian masing masing data sensor hingga waktu respon komunikasi dari sensor ke pusat monitoring dan sebaliknya. Tingkat error pembacaan suhu disetiap ruangan ialah 1 - 4.27%. Sensor PIR berhasil mendeteksi keberadaan orang di suatu ruangan dengan waktu delay 2.8 detik. Fungsi kendali dan monitoring (*on/off*) perangkat elektronik bekerja dengan baik, dengan waktu

respon kurang dari 1 detik. Dari hasil pengujian komunikasi nirkabel antar node, diperoleh bahwa jarak maksimal antar node ialah sekitar 20 m, dengan rata-rata waktu respon pengiriman data ialah 1-2 detik. Adapun waktu respon mengalami delay mencapai 2 detik apabila beberapa perintah kendali dilakukan pada waktu yang bersamaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas dukungan dari LP2M Universitas Al Azhar Indonesia, dan Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Georgoulas, Wireless Sensor Network Management and Functionality: An Overview Dimitrios; Blow, Keith. Wireless Sensor Network1. 4 (Nov 2009): 257-267.
- [2]. Walteneagus Dargie and Christian Poellabauer, Fundamental of Wireless Sensor Networks, Wiley & Sons, 2010.
- [3]. Sandeep Patalay. Railway Signalling Using Wireless Sensor Networks. Sr. IT Engineer, CMC Ltd. 2012.
- [4]. Kazem Sohraby, Daniel Minoli and Taieb Znati, Wireless Sensor Networks, Technology, Protocol, and Application, Wiley & Sons, 2007.
- [5]. Meng-Shiuan Pan, Yu-Chee Tseng, "ZigBee Wireless Sensor Networks and Their Applications", Department of Computer Science, National Chiao Tung University.
- [6]. XBee ZB User Manual 90000976