

SISTEM MONITORING KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR FLAME DETECTOR DENGAN TEKNOLOGI ZIGBEE IEEE 802.15.4

Baginda Oloan Siregar ^{1*}, Daren Sulistio¹ dan Sylvi Lisvita¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya Email :

*Corresponding author e-mail: bagindasiregar@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Kebakaran adalah salah satu bencana yang sering terjadi yang menyebabkan kerugian pada material dan korban jiwa. Kebakaran ini disebabkan oleh karena tidak adanya alat pendeksi kebakaran pada suatu tempat tinggal. Oleh karena itu diperlukan suati Sistem monitoring kebakaran. Salah satunya menggunakan sensor *flame detector* yang tujuan adalah untuk menghindari kebakaran yang menyebabkan kerugian secara materil. Penelitian ini menggunakan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dimana perangkat ini menggunakan protocol ZigBee untuk komunikasi data secara nirkabel. Sistem monitoring ini dipasang *flame detector sensor* dan *wireless camera* sebagai pemantau. Proses pertukaran data dilakukan oleh XBee series 2 data akan disimpan pada komputer sehingga dapat terlihat apakah terjadi kebakaran dalamn satu ruangan . Keuntungan ZigBee adalah lisensi yang sangat mudah dan membutuhkan daya yang sangat rendah.

Kata kunci: Wireless Sensor Network (WSN), flame detector sensor, ZigBee

ABSTRACT: *Fire is one of the disasters that often occurs which causes material losses and casualties. This fire is caused by the absence of fire detection devices in a residence. Therefore, a fire monitoring system is needed. One of them uses a flame detector sensor whose purpose is to avoid fires that cause material losses. This research uses Wireless Sensor Network (WSN) technology where this device uses the ZigBee protocol for wireless data communication. This monitoring system is installed with a flame detector sensor and a wireless camera as a monitor. The data exchange process is carried out by the XBee series 2 data will be stored on the computer so that it can be seen whether a fire occurs in one room. The advantage of ZigBee is that the license is very easy and requires very low power.*

Keywords: Wireless Sensor Network (WSN), flame detector sensor, ZigBee

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kebakaran merupakan salah satu bahaya pada lingkungan perkotaan ataupun lingkungan hutan . Kebakaran semacam ini dimulai pada tingkat yang relative kecil, namun dapat membahayakan lingkungan. Resiko yang tinggi terutama dihadapi oleh bagunan atau hutan dengan fungsi khusus seperti adanya penggunaan bahan kimia, atau perangkat elektronik dalam jumlah besar.untuk mendekksi sumber api sangat sulit terutama kondisi api yang mulai dari kecil sehingga menyebabkan kebakaran, oleh karena itu perlu adanya alat pendeksi api, yaitu dengan meneliti kondisi api yang terdapat dalam ruangan.

Sistem keamanan yang digunakan yaitu berbasis pada deteksi api dan kamera wireless.

Oleh karena itulah penulis membuat suatu alat yang dapat mendeksi adanya titik api dengan menggunakan sensor *flame detector* dan kamera wireless sebagai media untuk mengambil gambar dari area tersebut. dilengkapi dengan media komunikasi XBee yang dapat terhubung dengan PC, sehingga dapat dikendalikan dari jarak jauh.

Pada bertujuan untuk membuat alat pendeksi api yang dapat mendeksi adanya titik api yang dilengkapi dengan kamera wireless yang dapat memantau besarnya api tersebut. Alat pendeksi ini dihubungkan dengan pengguna di sisi pemancar menggunakan XBee seri 2. Alat ini dibuat untuk merancang sebuah sistem yang terus menerus memantau suatu tempat dan apabila sensor *flame detector* mendeksi adanya api, maka alat akan secara otomatis mengambil rekaman dari api yang terdeteksi. Dengan menampilkan suatu hasil pengukuran pada perangkat Android yang ditransmisikan melalui komunikasi XBee, pemantauan terhadap proses penyiraman dapat dilakukan dengan lebih mudah.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penulisan dari penelitian ini adalah untuk merancang suatu Sistem Monitoring Kebakaran Menggunakan Sensor Flame Detector dengan Teknologi ZigBee IEEE 802.15.4 sebagai solusi alternatif baru untuk memantau area yang terdeteksi adanya kebakaran tanpa kabel.

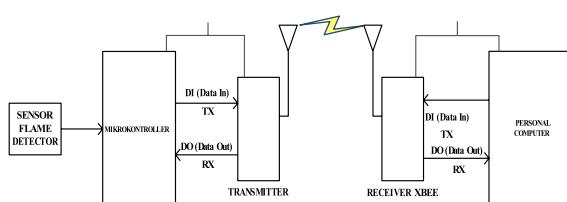
1.3 Komunikasi ZigBee

ZigBee adalah standar dari IEEE 802.15.4 untuk komunikasi data pada alat konsumen pribadi maupun untuk dimensi bisnis, ZigBee dirancang untuk memiliki penggunaan daya minimal dan fungsional untuk jaringan individual tingkat rendah. Perangkat ZigBee sering digunakan untuk mengelola peralatan lain atau sensor nirkabel. ZigBee memiliki kemampuan untuk mengatur jaringannya sendiri dan mengelola pertukaran data pribadi di dalam jaringan. Manfaat tambahan ZigBee adalah kebutuhan dayanya yang rendah, sehingga memungkinkannya digunakan sebagai perangkat kontrol nirkabel yang hanya perlu diinstal sekali. ZigBee berfungsi sebagai spesifikasi terperinci untuk protokol komunikasi superior yang berkaitan dengan jaringan area pribadi nirkabel (WPAN). Tujuan teknologi ZigBee adalah untuk aplikasi transmisi data nirkabel yang memerlukan transfer data minimal dan konsumsi daya rendah. [5]

2. Tinjauan Pustaka

Protokol komunikasi ZigBee mencakup sepasang sub-tumpukan di samping satu lapisan aplikasi tunggal, yang bersama-sama menguraikan komponen perangkat lunak modul. Tumpukan awal ditentukan oleh karakteristik perangkat keras standar yang ditetapkan dalam IEEE 802.15.4, yang mencakup lapisan fisik dan Lapisan Kontrol Akses Media. Tumpukan lainnya disempurnakan oleh ZigBee Alliance, yang mengintegrasikan lapisan jaringan yang memfasilitasi berbagai desain perutean dan preferensi keamanan yang dipilih oleh pengguna, semuanya terstruktur dalam sebuah antarmuka yang disebut API.

Metode operasional untuk transmisi dan penerimaan data, sebagaimana diimplementasikan oleh modul Wireless XBee Seri 2, diilustrasikan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul X bee

Seperti yang digambarkan dalam diagram, pin transmisi (Tx) dan penerima (Rx) mikrokontroler dapat langsung di DI Buffer dan RF Tx Buffer sebelum ditransmisikan melalui port antena ke ZigBee lain. Proses sebaliknya juga terjadi dengan data yang masuk melalui port antena.

Protokol ZigBee hanya didefinisikan dalam lapisan jaringan, aplikasi, dan keamanan. Lapisan fisik dan MAC di bawahnya didasarkan pada IEEE 802.15.4. ZigBee memiliki kecepatan maksimum 250 kbps, dan keunggulannya meliputi kemudahan pengoperasian, ukuran kecil, biaya rendah, dan konsumsi daya yang sangat rendah dibandingkan dengan kerabat lainnya seperti Bluetooth dan UWB.

Tabel 2.1 Karakteristik Umum IEEE 802.15.4

PHY (MHz)	Band Frekuensi (MHz)	Parameter Penyebaran Chip rate (kchip/s)	Parameter Modulation	Bit rate (kb/s)	Symbol rate (ksymbol/s)	Symbols
868 & 915	868-868.6	300 (kchip/s)	BPSK	20 (kb/s)	20 (ksymbol/s)	Binary
	902-928					
2400	2400-2483	600 (kchip/s)	BPSk	40 (kb/s)	40 (ksymbol/s)	Binary
			O-QPSK	250 (kb/s)	62.5 (ksymbol/s)	16 – array orthogonal

ZigBee merupakan kumpulan layer yang dibangun diatas IEEE 802.15.4 layer ini mempunyai 3 komponen penting, yaitu (Faludi, 2008):

1) Routing

Tabel perutean menentukan metode yang digunakan radio untuk mengirimkan sinyalnya melalui serangkaian radio lain hingga mencapai tujuan yang dituju.

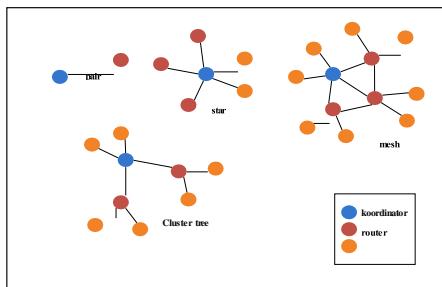
2) Jaringan ad hoc

Ini adalah prosedur yang berlangsung di seluruh jaringan radio, terjadi secara otomatis tanpa campur tangan manual apa pun.

3) Self healing mesh

Pemulihan mandiri adalah prosedur suatu entitas memperbaiki kesalahannya sendiri, yang dalam kasus kerangka kerja mesh berarti jika hub tambahan ditambahkan atau jika hub hilang, kerangka kerjakan membangun kembali sendiri dan memulihkan jalur yang rusak.

Protokol ZigBee mendukung beberapa topologi jaringan. Di dalam ZigBee terdapat empat jenis topologi



Gambar 2.2 Topologi jaringan ZigBee

2.2 XBee Series 2

Xbee adalah merek komersial yang menyediakan dukungan untuk beberapa protokol komunikasi, termasuk ZigBee dan IEEE 802.15.4. Digi International memproduksi XBee, di antara produk-produk lainnya. Terdapat dua versi Xbee yang berbeda: Seri 1 dan Seri 2. Protokol IEEE 802.15.4 serta komunikasi point-to-multipoint dan point-to-point adalah satu-satunya fitur yang didukung oleh Seri 1. Seri 2 menyempurnakan Seri 1 dengan menawarkan dukungan untuk protokol ZigBee Alliance dan jaringan mesh yang telah mapan.

Xbee dilengkapi dengan 7 pin input/output yang menawarkan fungsionalitas yang dapat dikonfigurasi, beroperasi sebagai I/O digital maupun analog. Namun, kemampuan input analog terbatas pada 4 pin tertentu. Tegangan input maksimum yang diizinkan adalah 1,2 Volt. Oleh karena itu, pembagi tegangan sangat penting jika input yang berasal dari perangkat melebihi 1,2 V. Penyesuaian konfigurasi untuk Xbee dapat dilakukan melalui aplikasi X-CTU atau melalui hyperterminal, yang difasilitasi dengan menggunakan perintah AT atau memanfaatkan antarmuka visual yang telah tersedia dalam menu X-CTU.

XBee adalah modul komunikasi radio yang ditawarkan oleh perusahaan Digi International. Perangkat XBee ini diproduksi oleh Digi International, yang dapat dikonfigurasi menggunakan standar komunikasi IEEE 802.15.4 atau ZigBee. Modul ini menyediakan komunikasi yang cepat dan mudah digunakan antara mikrokontroler, komputer, dan sistem yang dilengkapi port serial. Modul ini mengakomodasi pengaturan jaringan point-to-point dan multi-point.



Gambar 2.3 Modul Xbee Series 2

Spesifikasi Xbee Serie 2

1. 3.3V @ 40mA
2. Data rate 250kbps Max
3. Output 2mW (+3dBm)
4. 400ft (120m) Kisaran
5. Sepenuhnya FCC bersertifikat
6. 10-bit pin masukan ADC
7. 8 digital pin IO
8. Enskripsi 128-bit
9. Lokal atau over-air konfigurasi
10. AT atau perintah API set
11. Jejak antena

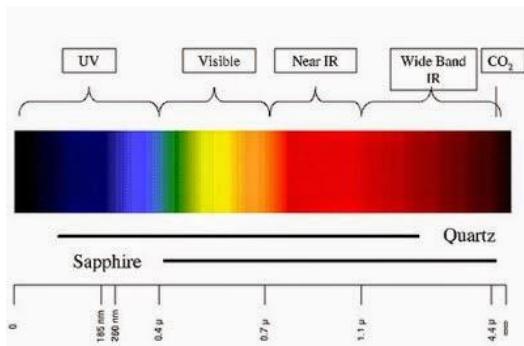
2.3 Sensor Flame Detector

Flame detector merupakan salah satu alat berupa sensor yang dapat mendeteksi nilai dari intensitas dan frekuensi api dalam suatu proses pembakaran. Prinsip kerja *flame detector* adalah dimulai dari api yang akan terdeteksi oleh keberadaan spectrum cahaya infrared maupun ultraviolet, kemudian flame detector akan bekerja untuk membedakan spectrum cahaya yang terdapat pada api yang telah terdeteksi dari sensor tersebut.



Gambar 2.4 Sensor Flame Detector

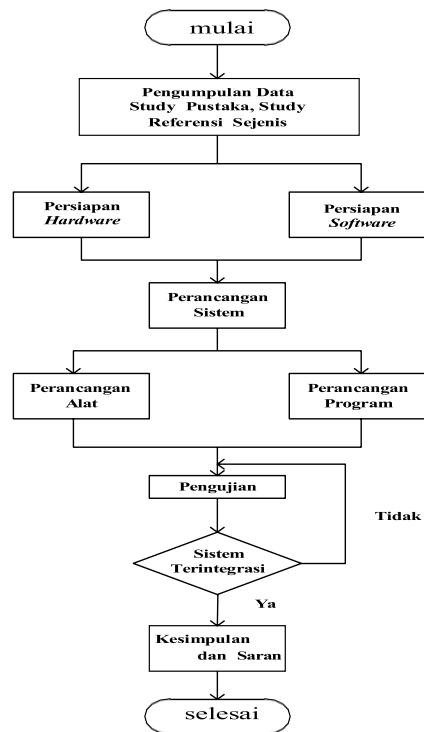
Pada sensor ini terdapat 5 buah channel yang disebut dengan photo diode, dimana merupakan komponen utama yang dapat menangkap intensitas dan frekuensi api yang terdapat pada cahaya api. Jenis photodiode yang digunakan adalah VTB5041 dimana sensor ini sangat peka pada cahaya yang berwarna merah dan inframerah.



Gambar 2.5 Spectrum Cahaya yang Terdeteksi pada Sensor Api

3. Metodologi Penelitian

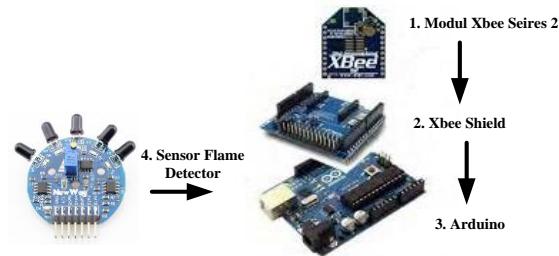
Adapun Metode penelitian digunakan untuk mengumpulkan data, mengolah data dan menganalisa data dari data-data untuk menjamin kebenaran dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini .



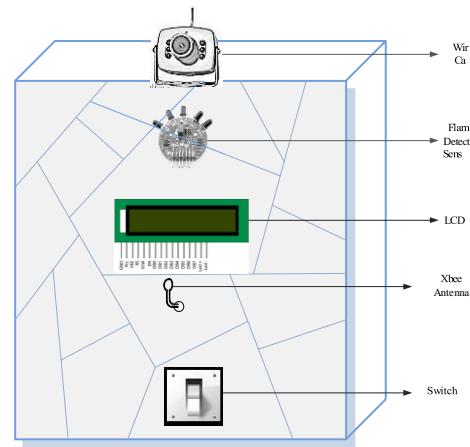
Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Perancangan

Untuk perancangan secara software dan hardwarenya dapat dilihat dengan spesifikasi dibawah ini

Perancangan Hardware untuk s dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar . 3.2 Perancangan hardware Sensor Flame Detector dan Arduino Uno

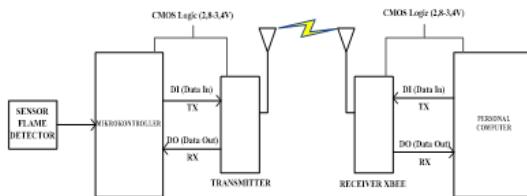


Gambar 3.3 Peracangan Fisik Peralatan

AC 220Volt digunakan pada sistem ini sebagai sumber tegangan utama pada alat.

- 1) Arduino Leonardo digunakan sebagai unit pemrosesan utama pada sistem ini.
- 2) XBee series 2 digunakan sebagai modul pada sistem ini.
- 3) *Flame Detector Sensor* merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mengukur nilai kadar api dengan output berupa nilai analog yang kemudian dikondisikan menjadi bentuk persentase.
- 4) Sistem monitoring dilakukan secara manual yaitu Arduino menerima perintah dari Pengguna terlebih dahulu untuk melakukan pengambilan data dari sensor-sensor. Lalu pengguna dapat melihat kadar api sekaligus gambar yang diterima dari camera wireless pada personal computer apabila kadar api melebihi batas maksimal.

Pada sisi penerima, power supply yang memberikan tegangan sebesar 5V, kemudian arduino mengirim data melalui jaringan ZigBee melalui XBee Series 2. Pada sensor api, data yang diterima diproses oleh arduino setelah dikirimkan data oleh XBee series 2. Kemudian kamera merekam gambar yang terjadi pada tempat kejadian tersebut.

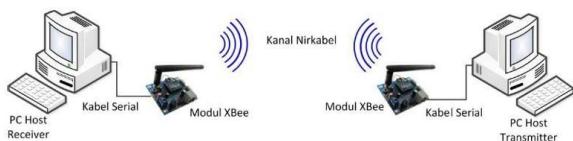


Gambar 3.4 Spesifikasi Peracangan Sistem

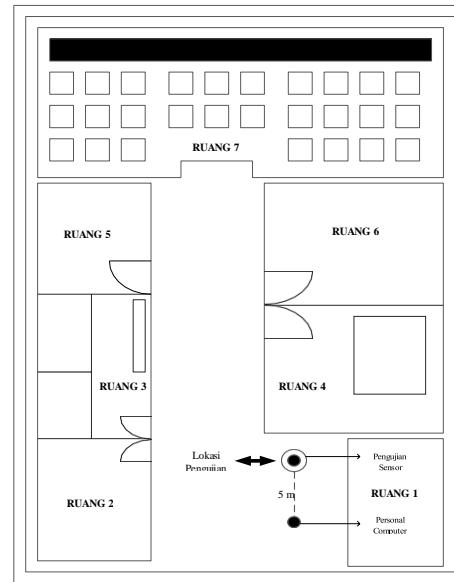
Cetak biru arsitektur sistem aplikasi ini melibatkan perangkat ujung ZigBee yang ditempatkan secara strategis di dalam ruang server yang dirancang untuk pemantauan. Perangkat ujung ZigBee ini bertanggung jawab untuk mengirimkan data yang diperoleh dari sensor detektor api ke unit koordinator ZigBee. Selanjutnya, koordinator ZigBee meneruskan data yang diterima ke sistem komputer, yang kemudian berfungsi sebagai repositori untuk menyimpan informasi lengkap terkait pembacaan sensor detektor api.

Titik fokus dalam jaringan sensor nirkabel adalah koordinator ZigBee. Peran koordinator ZigBee meliputi pengumpulan setiap data yang berasal dari sensor detektor api, yang kemudian diakuisisi oleh perangkat akhir ZigBee sebelum ditransmisikan ke komputer pribadi. Komponen perangkat keras penting yang diperlukan untuk membangun koordinator ZigBee terdiri dari pelindung XBee dan modul XBee.

Perangkat akhir ZigBee adalah alat yang dirancang untuk mengambil informasi dari sensor dan kemudian mengirimkannya ke koordinator ZigBee. Perangkat keras yang dibutuhkan untuk membuat perangkat akhir ZigBee meliputi Arduino, sensor detektor api, dan modul XBee. Dalam pengaturan ini, perangkat akhir ZigBee akan mengirimkan informasi secara eksklusif setelah menerima permintaan dari koordinator ZigBee. Semua perangkat ini disusun seperti yang ditunjukkan pada ilustrasi berikut.



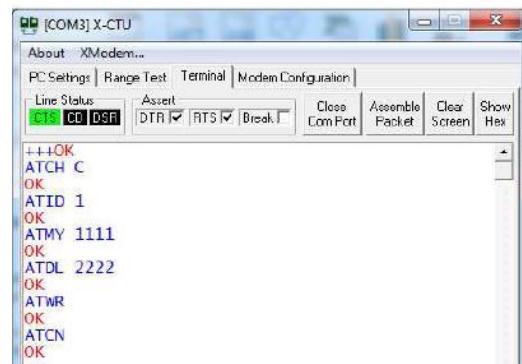
Gambar 3.5 Rancangan arsitektur sistem



Gambar 3.6 Pengujian di dalam Ruangan

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam Penelitian dilakukan beberapa pengukuran secara langsung yang melihat respon dari sensor yang yang diukur kadar nilai sensor api pada setiap channel yang terukur dari program software Visul Basic, untuk kondisi dari jarak yang berbeda beda

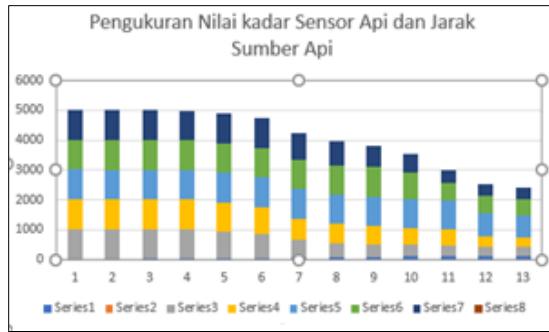


Gambar 4.1 Hyper terminal Xbee

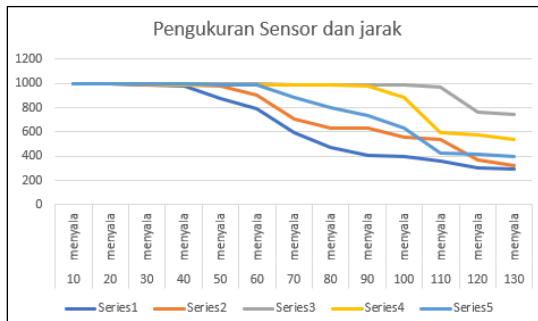
Dari program yang telah dibuat maka didapat nilai tiap tiap sensor yang telah dihubungkan pada tabel 4.1, .42, dan 4.3 dan 4.4 dapat terlihat sensor yang menyala sesuai dengan kondisi respon sensor

Gambar 4.2 Kondisi Sensor dan Jarak

Dari hasil pengukuran ini terlihat bahwa sensor masih terihat dari kinerja sensor terhadap jarak yang dilakukan pengukuran pada jarak 60 meter terdapat beberapa sensor yang tidak dapat mendeteksi kadar api sesuai dengan spectrum cahaya yang terdeteksi.



Gambar 4.3 Nilai Kadar Sensor



Gambar 4.4 Kondisi untuk Tiap Tiap Sensor

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor pada Pengukuran XBee 5m

Pengukuran ke-	Jarak sensor (cm)	Kondisi api	Nilai kadar sensor api					Respon sensor terdeteksi
			1	2	3	4	5	
1	10	menyala	1002	1002	1002	1002	999	terdeteksi
2	20	menyala	995	997	1000	999	998	terdeteksi
3	30	menyala	990	993	999	996	995	terdeteksi
4	40	menyala	983	988	998	993	994	terdeteksi
5	50	menyala	879	976	997	993	989	terdeteksi
6	60	menyala	795	900	995	992	989	terdeteksi
7	70	menyala	593	707	993	987	883	channel 2 - 5
8	80	menyala	474	635	992	984	805	channel 3,4,5
9	90	menyala	407	632	992	978	733	channel 3,4,5
10	100	menyala	398	554	990	883	630	channel 3
11	110	menyala	357	536	971	595	426	channel 3
12	120	menyala	301	368	759	578	419	channel 3
13	130	menyala	293	322	741	538	400	channel 3

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor pada Pengukuran XBee 75m

Pengukuran ke-	Jarak sensor (cm)	Kondisi api	Nilai kadar sensor api					Respon sensor terdeteksi
			1	2	3	4	5	
1	10	menyala	999	1001	1002	1002	1001	terdeteksi
2	20	menyala	995	997	999	998	998	terdeteksi
3	30	menyala	990	992	998	995	993	terdeteksi
4	40	menyala	978	984	996	993	991	terdeteksi
5	50	menyala	939	983	996	992	988	terdeteksi
6	60	menyala	741	978	995	991	984	terdeteksi
7	70	menyala	582	889	992	991	982	channel 2 - 5
8	80	menyala	449	586	991	980	713	channel 3,4,5
9	90	menyala	437	526	985	968	712	channel 3,4,5
10	100	menyala	382	474	977	826	595	channel 3 dan 4
11	110	menyala	336	382	825	731	491	channel 3 dan 4
12	120	menyala	284	326	789	540	406	channel 3
13	130	menyala	140	172	726	243	211	channel 3

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor pada Pengukuran XBee 11m

Pengukuran ke-	Jarak sensor (cm)	Kondisi api	Nilai kadar sensor api					Respon sensor terdeteksi
			1	2	3	4	5	
1	10	menyala	999	1002	1002	1002	1001	terdeteksi
2	20	menyala	998	997	999	999	1000	terdeteksi
3	30	menyala	995	993	997	998	995	terdeteksi
4	40	menyala	986	989	997	996	992	terdeteksi
5	50	menyala	892	987	996	995	991	terdeteksi
6	60	menyala	679	980	996	994	989	channel 2 - 5
7	70	menyala	614	731	992	993	988	channel 2 - 5
8	80	menyala	532	674	992	991	814	channel 3,4,5
9	90	menyala	500	602	991	983	634	channel 3 dan 4
10	100	menyala	449	590	990	883	610	channel 3 dan 4
11	110	menyala	319	510	895	655	499	channel 3
12	120	menyala	305	397	864	610	418	channel 3
13	130	menyala	294	340	712	541	382	channel 3

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor pada Pengukuran XBee 30m

Pengukuran ke-	Jarak sensor (cm)	Kondisi api	Nilai kadar sensor api					Respon sensor terdeteksi
			1	2	3	4	5	
1	10	menyala	1000	1002	1002	1003	1000	terdeteksi
2	20	menyala	995	997	999	999	998	terdeteksi
3	30	menyala	990	994	998	998	994	terdeteksi
4	40	menyala	984	988	996	995	992	terdeteksi
5	50	menyala	864	977	995	994	988	terdeteksi
6	60	menyala	717	975	991	994	985	terdeteksi
7	70	menyala	548	527	983	992	979	channel 3,4,5
8	80	menyala	453	499	983	927	684	channel 3 dan 4
9	90	menyala	453	490	983	846	596	channel 3 dan 4
10	100	menyala	339	470	979	775	554	channel 3 dan 4
11	110	menyala	314	561	955	771	531	channel 3 dan 4
12	120	menyala	270	310	775	537	403	channel 3
13	130	menyala	186	144	711	213	241	channel 3

5. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan analisa yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat ZigBee dapat berkomunikasi dengan baik walaupun dalam kondisi dalam ruangan, 2 buah perangkat ZigBee masih dapat berkomunikasi dengan baik dengan jarak hingga 90 meter.
2. Untuk pendekripsi sensor dengan jarak tertentu dapat terlihat beberapa sensor yang tidak dapat mendekripsi spectrum warna pada

api sehingga beberapa warna sensor tidak terdeteksi akan tetapi sistem masih dapat menyimpulkan terdapat sumber api dalam ruangan tersebut .

5.1 Saran

Penelitian ini hanya terfokus pada XBee Series 2 sehingga Pastikan laptop / PC sebagai server dan rangkain alat dalam keadaan stand by agar dapat menerima perintah dari user. Oleh sebab itu Sensor Flame Detector dapat menjadi pilihan alternatif karena sensor tersebut keteritinya lebih baik dari sensor yang digunakan pada sistem ini. Serta penyimpanan alat terutama sensor pada keadaan udara bersih dilakukan ketika alat tidak agar dapat terhindar dari kerusakan dan akurasi pembacaan sensor tetap terjaga.

Daftar Pustaka

- [1] Aldisa, R. T., Karel, F. N., & Aldinugroho, M. (2022). Sistem Peringatan Dini Kebakaran Dengan Flame Sensor dan Arduino Uno R3. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 453. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3499>
- [2] Algiffary, A., & Sutabri, T. (2023). Indonesian Journal of Computer Science. *Indonesian Journal of Computer Science*, 12(2), 284–301. <http://ijcs.stmikindonesia.ac.id/ijcs/index.php/ijcs/article/view/3135>
- [2] Arumsari, F. T., Maulindar, J., & Pradana, A. I. (2023). Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Kebakaran Berbasis Internet of Things. *INFOTECH Journal*, 9(1), 175–182. <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.5317>
- [3] Ferdyansyah, F., Suhradi Rahmat, R., Education Park, J., Ki Hajar Dewantara, J., & Cikarang, N. (2022). Alat Pendekripsi Kebakaran dan Pemadam Api Otomatis Menggunakan Kontrol Arduino. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 7(2), 77–89.
- [4] Indriani, D., Subhan, M., & Rahmawati, E. (2021). Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Arduino Menggunakan Flame Detector Dan Sensor MQ-2. *PEDAGOGOS : Jurnal Pendidikan STKIP Bima*, 3(2), 16–23. <https://jurnal.stkipbima.ac.id/index.php/gg/article/view/509>
- [5] Nuryadin, R. A., Yusuf, A. R., Reza, M., H, N. F. A., & A.K, P. S. D. (2024). Prototype Sistem Deteksi Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2 dan Flame Sensor Berbasis IoT. *Jurnal Riset Dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, 5(4), 877–885. <https://doi.org/10.30998/jrami.v5i4.11149>
- [6] Suryana, T. (2021). Detection Fire Using the Flame Sensor Mendekripsi Panas Api dengan Menggunakan Sensor Flame. *Jurnal Komputa Unikom 2021*, 1(1), 2–2.
- [7] Taufiq, M. taufiq, & Abdi Bangsa, I. (2023). Analisis Instalasi Fire Alarm Pada Basement Apartement Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)*, 5(1), 58–66. <https://doi.org/10.30604/jti.v5i1.125>
- [8] Wanda, Yulistia, A., & Rusdi, M. (2020). Rancang Bangun Peringatan Dini Kebakaran Rumah Berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Tenaga Listrik*, 01(1), 36–46.
- [9] Zikrullah, A. P., Tamara, R., & Fitri, I. (2022). Prototipe Sistem Monitoring Pendekripsi Kebakaran Menggunakan Fitur Looping. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 224–230. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2536>
- [10] 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). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4774>

