

Rancang Bangun Alat Kendali Aroma Ruangan Menggunakan Pengharum Ruangan Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Klen Tupan¹, Joko Saputro^{2*}, Raditya Galih Whendasmoro³

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Sistem Komputer, Universitas Bung Karno, Jakarta, Indonesia

³Fakultas Ilmu Komputer, Sistem Informasi, Universitas Bung Karno, Jakarta, Indonesia

Email: ¹nowngacoisme@gmail.com, ²jokosaputro@ubk.ac.id, ³raditya_gw@ubk.ac.id

(* : Correspondence Author)

Abstrak– Rata-rata waktu yang dihabiskan di dalam ruangan saat bekerja atau beraktivitas cenderung lama. Suatu ruangan diperlukan rasa yang nyaman untuk menunjang kegiatan di dalam ruangan. Ruangan yang nyaman tidak hanya dipengaruhi oleh *furniture* dan dekorasi yang menarik, namun aroma di dalam ruangan merupakan salah satu faktor terpenting untuk membuat penghuni merasa nyaman jika berada didalamnya. Ruangan yang menimbulkan aroma tidak sedap bisa berasal dari bakteri yang lama mengendap pada barang-barang dekorasi dan dapat menimbulkan aroma tidak wajar dan akan mengganggu kenyamanan. Oleh karena itu diperlukan alat untuk menetralkan aroma pada kondisi ruangan tidak sedap dengan pengharum ruangan yang dapat bekerja secara otomatis, agar ruangan tetap terjaga aroma harum setiap saat dan konsisten dengan waktu kerja alat. Untuk mengatasi hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengharum ruangan secara otomatis berbasis Arduino Uno menggunakan modul *Real Time Clock* (RTC).

Kata Kunci: Aroma Tidak Wajar, Pengharum Ruangan, Bebas Bakteri, Modul RTC, Mikrokontroler.

Abstract– *The average time spent indoors while working or doing activities tends to be long. A room needs a sense of comfort to support activities in the room. A comfortable room is not only influenced by attractive furniture and decorations, but the smell in the room is one of the most important factors to make residents feel comfortable when they are in it. Rooms that give off an unpleasant odor can come from bacteria that have long settled on decorative items and can cause an unnatural smell and disturb comfort. Therefore, a tool is needed to neutralize odors in unpleasant room conditions with an air freshener that can work automatically, so that the room smells good at all times and is consistent with the tool's working time. To overcome this, this study aims to design and build an automatic air freshener based on Arduino Uno using the Real Time Clock (RTC) module.*

Keywords: Unusual Aroma, Air Freshener, Bacteria Free, RTC Module, Microcontroller.

1. PENDAHULUAN

Beraktivitas di dalam ruangan sering kali dilakukan saat ini, hal tersebut dikarenakan kebanyakan waktu kita habiskan di dalam ruangan terutama di rumah atau di tempat kerja. Rivas dkk menjelaskan, banyaknya waktu yang dihabiskan di dalam ruangan rata-rata 90% [1]. Selain aktivitas di dalam rumah atau ditempat kerja banyak aktivitas di dalam ruangan lainnya yang dapat dilakukan seperti makan di restoran, berolahraga di *gym*, berenang di kolam renang *indoor*, menonton film di bioskop, berbelanja di *supermarket*, dan kegiatan belajar mengajar di sekolah. Kondisi lingkungan ruangan memegang peranan penting dalam kenyamanan menghabiskan waktu untuk beraktivitas di dalam ruangan.[2]. Ruangan yang nyaman tidak hanya dipengaruhi oleh *furniture* dan dekorasi yang menarik, namun aroma ruangan merupakan salah satu faktor terpenting untuk membuat betah setiap orang yang berada didalamnya. Selain nyaman dihirup ruangan yang harum juga tidak hanya membuat nyaman tetapi juga dapat meningkatkan suasana hati menjadi lebih baik [3]. Ruangan dengan bau yang tidak sedap dapat mengganggu kenyamanan dalam beraktivitas [4]. Oleh karena itu, diperlukan pengharum ruangan agar ruangan tetap harum dan nyaman ditempati. Pengharum ruangan yang merupakan produk untuk mengurangi bau yang tidak menyenangkan memiliki banyak macam jenis, dari yang berbentuk padat yang pengaplikasiannya dapat digantung di dekat kipas atau AC hingga yang berbentuk cair dengan aplikator *spray* [5]. Penggunaan pengharum ruangan cair lebih hemat dibandingkan yang berbentuk padat karena penggunaannya tidak setiap saat, hanya pada saat aplikator spraynya ditekan saja [6].

Penelitian terkait pengharum ruangan otomatis oleh Anwar[7], merancang pengharum ruangan menggunakan sensor PIR (*Passive Infrared*) untuk mengetahui keberadaan seseorang di dalam ruangan, oleh karena itu alat tidak akan menyemprotkan parfum saat ruangan kosong. Sedangkan Mayang[8], pada rancangannya menerapkan *Remote Control Transmitter-Receiver* (Tx-Rx) untuk mengaktifkan alat dari jauh. Sedangkan Sulfiani[9], dalam penelitiannya berhasil merancang sistem penyemprot tanaman otomatis berdasarkan waktu dengan *Real Time Clock* (RTC), sensor ultrasonik dan pemberitahuan ketika air pada wadah habis via SMS. Sedangkan Indraswira[10], menggunakan mikrokontroler Arduino Uno Atmega 328p dan sensor *Relay* serta sensor *Real Time Clock* (RTC) untuk merancang prototipe penyemprot pestisida otomatis menggunakan *timer*. Sedangkan Mira[11], pada desain rancangannya menambahkan tombol *optional* untuk mengatur interval waktu pengharum akan menyemprotkan parfum.



Sedangkan Tendra[12], merancang sistem pengharum ruangan otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan sensor *optic* yang akan mendeteksi pergerakan pengguna ruangan ketika masuk dan keluar ruangan.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka dalam penelitian ini akan dirancang pengharum ruangan otomatis berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor *Real Time Clock* (RTC) yang akan menghitung selang waktu penyemprotan selama beberapa menit sesuai keinginan dan akan memompa cairan pengharum ruangan secara otomatis selama waktu yang di tentukan. Interval waktu penyemprotan akan ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Pengharum ruangan otomatis ini dapat menjadi salah satu solusi dari permasalahan ketidaknyamanan di dalam ruangan yang diakibatkan oleh aroma yang tidak sedap. Rancang bangun pengharum ruangan otomatis ini membutuhkan Arduino Uno yang merupakan papan yang bersifat *open-source* turunan dari *Wiring platform* [13]. Komponen lain yang digunakan adalah modul RTC DS3231SN yang memiliki fungsi menampilkan waktu berupa detik, menit dan jam [14].

2. METODOLOGI PENELITIAN

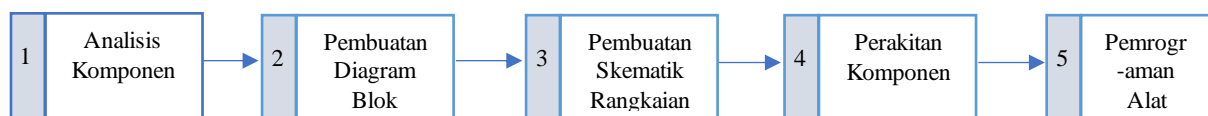
2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai metode diawali dengan observasi, dilanjutkan dengan penelitian *literatur*, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, pengujian dan dan pengukuran hasil penelitian [15]. Tahapan-tahapan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

- Tahap observasi dilakukan dengan mengamati langsung kejadian yang terjadi dan secara metodis mencatat masalah dan gejala yang muncul.
- Tahap studi literatur dilakukan untuk menemukan beberapa referensi yang relevan dengan masalah penelitian.
- Tahap perancangan perangkat keras meliputi pembuatan diagram blok dan pembuatan rangkaian skematik untuk setiap komponen yang akan digunakan.
- Tahap perancangan perangkat lunak menggunakan pemodelan *Unified Modeling Language* (UML) untuk mempermudah pengkodean dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan dan terstruktur.
- Tahap pengujian dan pengukuran dilakukan untuk memastikan program telah selesai dan terhindar dari terjadinya kesalahan (*error*) atau kesalahan pada pengkodean saat dijalankan.

2.2 Tahapan Pelaksanaan

Model pelaksanaan penelitian dapat dilakukan secara bertahap dengan tujuan untuk memperoleh hasil dari analisis yang diterapkan setelah mengamati dan menganalisis studi literatur. Seperti ditunjukkan pada gambar 1, ada lima tahap implementasi yang akan dilakukan.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan (Sumber: dokumen Pribadi)

2.2.1 Analisis Komponen

Saat membuat alat atau produk penelitian, tahapan analisis komponen harus dilakukan sebagai landasan untuk *input* kebutuhan utama. Terkait dengan kebutuhan pokok yang utama untuk mencegah terjadinya berbagai komponen yang tidak dibutuhkan dan tidak terpakai.

2.2.2 Pembuatan Diagram Blok

Tahapan ini merupakan gambaran pernyataan yang dirangkum, menjadi tahapan penting dari kombinasi sebab dan akibat di antara *input*, proses, dan *output* sistem [16]. Langkah-langkah dalam pembuatan diagram blok diperlukan untuk mendukung peneliti saat menganalisis skematik rangkaian untuk membangun rancangan yang terstruktur dan berurutan.

2.2.3 Pembuatan Skematik Rangkaian

Untuk mempermudah tahap perakitan komponen dan menghindari akibat yang berpotensi fatal dari hal-hal seperti kesalahan pemasangan komponen atau kesalahan pemasangan komponen pada jalur rangkaian yang terbalik, maka dilakukan tahapan pembuatan skema rangkaian baik untuk bagian komponen maupun keseluruhan komponen.

2.2.4 Perakitan Komponen

Pada tahap ini, hanya perlu memasang komponen sesuai dengan petunjuk pemasangan rangkaian skematik yang telah dibuat sebelumnya karena tahap perakitan komponen terhubung dengan tahap sebelumnya.

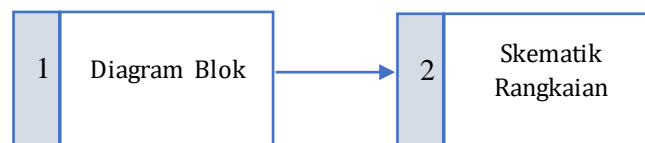
2.2.5 Pemrograman Alat

Proses otomasi dapat dilakukan dengan menulis kode program dan parameter yang signifikan untuk dapat melakukan proses pembagian dan pemasangan seluruh komponen sensor, sehingga dapat berfungsi sesuai dengan rencana desain, menjadikan tahapan ini sebagai indikator terakhir dalam implementasi proses yang harus dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras

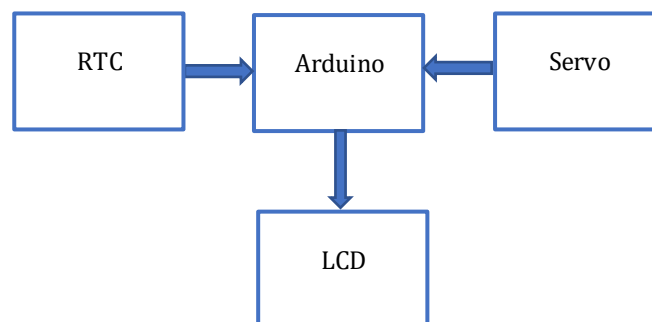
Perancangan dan pembuatan pengharum ruangan otomatis dengan sensor *Real Time Clock* (RTC) menggunakan perangkat *open-source* Arduino Uno. Tahapan perancangan alat yang akan dibuat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Perancangan Perangkat Keras (Sumber: dokumen pribadi)

3.1.1 Diagram Blok Pengharum Ruangan Otomatis

Diagram blok pengharum ruangan otomatis dibuat sebagai rancangan awal alat dan digunakan untuk menggambarkan alur kerja keseluruhan rangkaian yang ditunjukkan pada gambar 3.



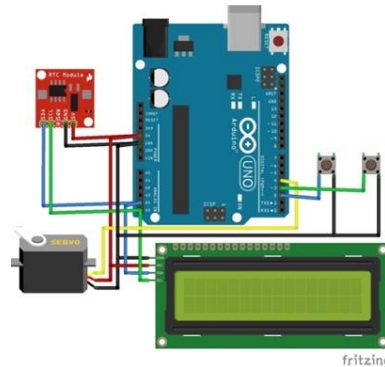
Gambar 3. Diagram Blok Pengharum Ruangan Otomatis (Sumber: dokumen pribadi)

Keterangan diagram blok:

1. *Real Time Clock* (RTC) akan menghitung jam, menit dan detik
2. Arduino Uno berfungsi sebagai proses penerima data RTC dan menghitung
3. LCD berfungsi untuk menampilkan
4. Motor Servo berfungsi untuk mengaktifkan *sprayer*

3.1.2 Skematik Rangkaian

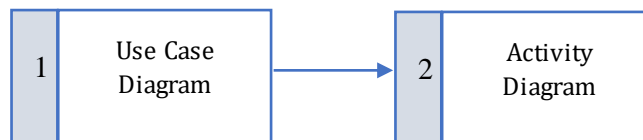
Skematik rangkaian mencakup gambaran keseluruhan rangkaian yang terdiri dari beberapa komponen yang terintegrasi satu sama lain. Skematik Seluruh rangkaian alat ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Skematik Rangkaian Utuh Pengharum Ruang Otomatis (Sumber: dokumen pribadi)

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

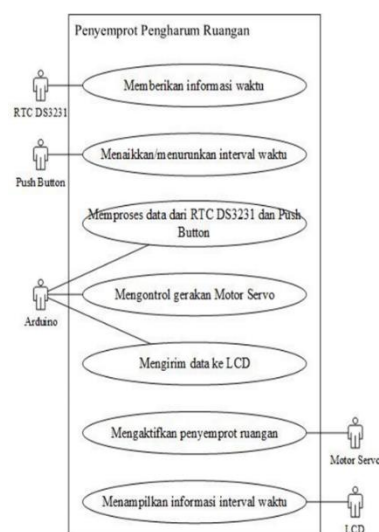
Perancangan perangkat lunak pengharum ruangan otomatis agar alat dapat bekerja secara optimal. Tahapan perancangan Perangkat lunak ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Tahapan Perancangan Perangkat Lunak (Sumber: dokumen pribadi)

3.2.1 Use Case Diagram Pengharum Ruang Otomatis

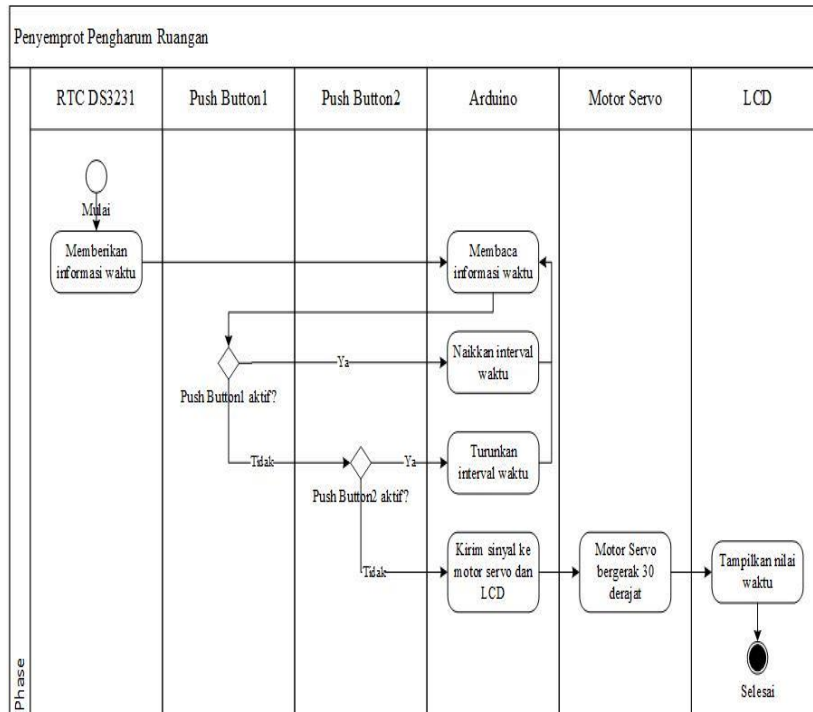
Use Case diagram ini menggambarkan hubungan antara perangkat keras mikrokontroler Arduino Uno dengan program perangkat lain. Use Case Diagram pengharum ruangan otomatis berbasis Arduino uno dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Use Case Pengharum Ruang Otomatis (Sumber: dokumen pribadi)

3.2.2 Activity Diagram Pengharum Ruangan Otomatis

Activity diagram untuk pengharum ruangan otomatis menampilkan rancangan aliran kerja atau aktivitas dari sebuah proses kerja pengharum ruangan otomatis. Dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Activity Diagram Pengharum Ruangan Otomatis (Sumber: dokumen pribadi)

3.2.3 Pemrograman Alat

Setelah tahap perakitan komponen selesai, alat keamanan kotak amal program perlu diberi kode. *Software* Arduino IDE yang bersifat *open source* digunakan untuk memberikan kode program [15]. Perpustakaan diperlukan untuk Arduino IDE; kumpulan kode perpustakaan dimaksudkan untuk mempermudah memprogram Arduino. Arduino IDE dapat menggabungkan perpustakaan dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Jalankan program Arduino IDE.
2. Pilih dan sertakan Pustaka (*library*) melalui menu sketsa, dan pilih untuk tambahkan format *.Zip Library*.
3. Temukan file *Library* yang diperlukan.
4. Jika semua berjalan dengan baik, antarmuka pada *software* Arduino IDE akan menampilkan " *library added to your libraries*" dan kemudian akan menampilkan menu " *include library*".

3.3 Pengukuran dan Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja alat sebagai capaian kinerja alat pengharum ruangan otomatis berbasis Arduino Uno bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian alat meliputi pengujian alat Ketika diaktifkan, pengujian alat Ketika interval waktu 1 menit, 5 menit, 10 menit dan 15 menit.

3.3.1 Pengujian alat ketika diaktifkan

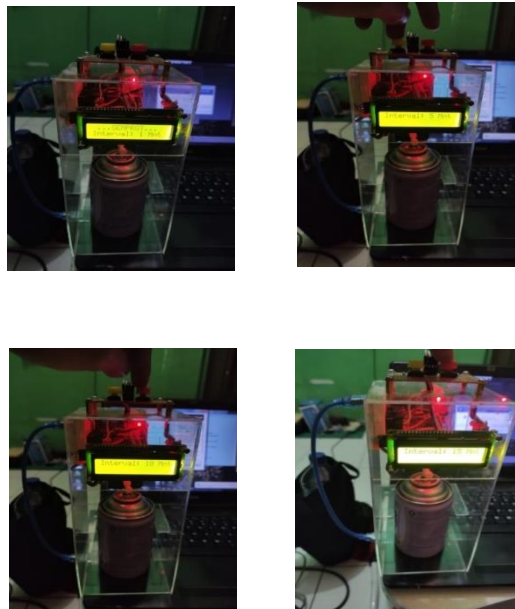
Pada saat alat diaktifkan maka LCD akan menampilkan tulisan yang menandakan alat tersebut sudah aktif dan dapat digunakan. Pengujian alat ketika diaktifkan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Alat Ketika Diaktifkan

3.3.2 Pengujian alat dalam interval waktu

Pada pengujian alat menggunakan interval waktu 1 menit, 5 menit, 10 menit dan 15 menit secara otomatis motor servo akan menekan pengharum ruangan pada waktu yang sudah di tentukan sebelumnya, dokumentasi pengujian dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Alat Ketika Interval Waktu 1 Menit

3.3.3 Pengukuran tegangan sensor servo

Pada sensor servo terdapat tegangan listrik yang dapat di lihat pada alat pengukur tegangan, hasil pengukuran tegangan pada sensor servo dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tegangan Sensor Servo

No	Nilai Tegangan Voltase	Keterangan
1	4,81	Valid
2	4,81	Valid
3	4,80	Valid
4	4,81	Valid
5	4,81	Valid
6	4,79	Valid
7	4,80	Valid



8	4,81	Valid
9	4,79	Valid
10	4,81	Valid

Hasil pengukuran berulang pada *pin* cenderung sama, ada beberapa yang berbeda nilainya sebesar 0,3 volt.

3.3.4 Pengukuran tegangan tombol naik dan turun

Pada tombol naik dan turun terdapat tegangan listrik yang dapat di lihat pada alat pengukur tegangan, hasil pengukuran tegangan pada tombol naik dan turun dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tegangan Tombol Naik Dan Turun

No	Nilai Tegangan Voltase Tombol Naik	Nilai Tegangan Voltase Tombol Turun	Keterangan
1	4,76	4,76	Valid
2	4,76	4,78	Valid
3	4,78	4,76	Valid
4	4,76	4,78	Valid
5	4,76	4,77	Valid
6	4,78	4,76	Valid
7	4,78	4,76	Valid
8	4,76	4,76	Valid
9	4,76	4,76	Valid
10	4,77	4,78	Valid

Hasil pengukuran berulang pada *pin* cenderung sama, ada beberapa yang berbeda nilainya sebesar 0,3 volt.

3.3.5 Pengukuran tegangan sensor RTC

Pada sensor RTC terdapat tegangan listrik yang dapat di lihat pada alat pengukur tegangan, hasil pengukuran tegangan pada sensor RTC dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tegangan Sensor RTC

No	Nilai Tegangan Voltase	Keterangan
1	4,86	Valid
2	4,87	Valid
3	4,86	Valid
4	4,86	Valid
5	4,86	Valid
6	4,88	Valid
7	4,85	Valid
8	4,86	Valid
9	4,86	Valid
10	4,86	Valid

Hasil pengukuran berulang pada *Pin* cenderung sama, ada beberapa yang berbeda nilainya sebesar 0,4 volt.

3.3.6 Pengukuran tegangan LCD

Pada LCD terdapat tegangan listrik yang dapat di lihat pada alat pengukur tegangan, hasil pengukuran tegangan pada LCD dapat dilihat pada tabel 4.





Tabel 4. Tegangan LCD

No	Nilai Tegangan Voltase	Keterangan
1	4,75	Valid
2	4,78	Valid
3	4,75	Valid
4	4,75	Valid
5	4,75	Valid
6	4,77	Valid
7	4,75	Valid
8	4,78	Valid
9	4,75	Valid
10	4,75	Valid

Hasil pengukuran berulang pada *pin* cenderung sama, ada beberapa yang berbeda nilainya sebesar 0,4 volt.

3.3.7 Pengukuran Tegangan Arduino

Pada Arduino terdapat tegangan listrik yang dapat di lihat pada alat pengukur tegangan, hasil pengukuran tegangan pada Arduino dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Tegangan Arduino

No	Nilai Tegangan Voltase	Keterangan
1	4,91	Valid
2	4,91	valid
3	4,93	valid
4	4,91	valid
5	4,92	valid
6	4,91	valid
7	4,91	valid
8	4,94	valid
9	4,91	valid
10	4,91	valid

Hasil pengukuran berulang pada *pin* cenderung sama, ada beberapa yang berbeda nilainya sebesar 0,4 volt.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dirancang pengharum ruangan otomatis berbasis Arduino Uno untuk mengatasi salah satu faktor yang mengganggu aktivitas di dalam ruangan yaitu aroma yang tidak sedap. Berdasarkan waktu yang ditentukan dalam sistem tertanam modul RTC, pengharum ruangan akan menyemprotkan parfum secara otomatis untuk mengurangi aroma ruang tidak wajar pada ruangan. Pengharum ruangan otomatis ini menggunakan sensor RTC (*Real-Time-Clock*) sebagai pengaturan interval waktu dimana mikrokontroler seri ATmega 328 dihubungkan bersama modul RTC (*Real-Time-Clock*) sehingga dapat mengolah data waktu dan menampilkannya pada LCD (*Liquid Crystal Display*).

REFERENCES

- [1] I. Rivas, J. C. Fussell, F. J. Kelly, and X. Querol, "Indoor Sources of Air Pollutants," *Issues Environ. Sci. Technol.*, vol. 2019-January, no. 48, pp. 1–34, 2019, doi: 10.1039/9781788016179-00001.
- [2] A. Tiele, S. Esfahani, and J. Covington, "Design and development of a low-cost, portable monitoring device for indoor environment quality," *J. Sensors*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/5353816.
- [3] S. C. Knasko, "Ambient odor's effect on creativity, mood, and perceived health," *Chem. Senses*, vol. 17, no. 1, pp. 27–35, Feb. 1992, doi: 10.1093/CHEMSE/17.1.27.
- [4] S. Domínguez-Amarillo, J. Fernández-Agüera, M. M. González, and T. Cuerdo-Vilches, "Overheating in Schools: Factors Determining Children's Perceptions of Overall Comfort Indoors," *Sustain.* 2020, Vol. 12, Page 5772, vol. 12, no. 14, p. 5772, Jul. 2020, doi: 10.3390/SU12145772.





- [5] A. Haryani, “Pengaruh Paparan Pengharum Ruangan Cair dan Gel terhadap Gambaran Histologi Pulmo pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) The Comparison of the Effect of Liquid and Gel Air Freshener Exposure on Histology of Pulmo in White Rat (*Rattus norvegicus*),” pp. 84–90.
- [6] A. Haro, G. Nazir Ahmad, A. A. W S Wasposito, and F. Aviyati Lestari, “Pelatihan Wirausaha Pembuatan Pengharum Ruangan Bernilai Ekonomis Di Kalangan Ibu Rumah Tangga Kampung Penas,” *J. Pemberdaya. Masy. Madani*, vol. 3, no. 1, pp. 124–136, 2019, doi: 10.21009/JPMM.003.1.09.
- [7] M. ANWAR, “Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengharum Ruangan Dengan Sensor Pir Dan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler,” Mar. 2015, Accessed: Nov. 22, 2022. [Online]. Available: <http://eprints.umm.ac.id/id/eprint/21612>
- [8] M. Mayang Sari, *Rancang Bangun Alat Penyemprot Nyamuk Berdasarkan Pengaturan Real Time Clock (RTC) dan Remote Control Menggunakan Mikrokontroler*. 2014.
- [9] N. S. R and F. Nini, “Rancang Bangun Sistem Penyemprot Tanaman Otomatis Berdasarkan Waktu dengan Real Time Clock (RTC) dan Sensor Ultrasonik Serta Notifikasi Via SMS,” *J. Ilmu Fis.*, vol. 11, no. 2, pp. 62–71, 2019, doi: 10.25077/jif.11.2.62-71.2019.
- [10] R. Indraswira, P. Poningsih, S. Suhada, and ..., “Penerapan Arduino Uno Atmega 328P dalam Membangun Alat Penyemprot Cairan Pestisida Otomatis,” *INTEK J. ...*, vol. 4, no. November, pp. 86–90, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/intek/article/view/1677>
- [11] F. Mira Trisna, A. Sutrisman, M. Miftakul Amin, J. Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya, and J. Srijaya Negara Bukit Besar, “Rancang Bangun Pengharum Ruangan Otomatis Menggunakan RTC (Real Time O’Clock) Berbasis Arduino UNO,” *Ijccs*, vol. 13, No.01, no. x, pp. 87–94, 2019.
- [12] G. Tendra, “Sistem kontrol alat pengharum ruangan otomatis berbasis mikrokontroler berdasarkan tingkat kepadatan jumlah pengguna ruangan,” *J. Intra Teach*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [13] A. Pakpahan and R. Sirait, “Perancangan Dan Pembuatan Penyemprot Hama Pada Tanaman Padi Secara Otomatis Dengan Informasi Sms Gateway Berbasis Arduino,” *J. Eng.*, pp. 1–12, 2020.
- [14] W. D. Yoga, Koesmariyanto, and A. Farida, “SISTEM PENCATATAN HASIL TIMBANGAN MENGGUNAKAN SENSOR LOAD CELL MELALUI DATABASE BERBASIS ARDUINO UNO,” *J. JARTEL*, vol. 10, no. 1, pp. 13–19, 2020, doi: <https://doi.org/10.33795/jartel.v10i1.161>.
- [15] M. Rochmani, E. Darwiyanto, D. Dwi, and J. Suwawi, “Evaluasi Website Akademik Menggunakan Iso / Iec 9126,” *eProceedings Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1756–1761, 2015.
- [16] F. Nugroho, A. T. Oktavianthi, and A. U. Bani, “Rancang Bangun Robot Humidifier Beroda Untuk Menjaga Kelembapan Udara Ideal Mencegah Terinfeksi Bakteri Berbasis Mikrokontroler,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 1091–1103-1091–1103, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.1977.