

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

a. Pengendalian kimia

Bahan kimia memiliki berbagai risiko, baik terhadap manusia maupun lingkungan kerja. Oleh karena itu, penting dilakukan pengendalian bahaya kimia. Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 187 Tahun 1999, pengendalian bahan kimia berbahaya merupakan upaya untuk mengurangi risiko akibat penggunaan bahan kimia berbahaya di tempat kerja terhadap tenaga kerja, peralatan, maupun lingkungan (Azzahra dkk., 2025).

b. Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform elektronika sumber terbuka yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang untuk kemudahan penggunaan. Papan mikrokontroler Arduino mampu membaca berbagai bentuk input seperti data dari sensor, penekanan tombol, atau bahkan data dari platform digital lalu memprosesnya untuk menghasilkan output yang sesuai. Output tersebut dapat berupa aktivasi aktuator (seperti motor), pengendalian komponen elektronika (misalnya menyalakan LED), atau penerbitan data secara daring (Andrianto & Rohmah, 2019).

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang menggunakan ATmega328 sebagai inti pengolah. Berdasarkan lembar data teknisnya, mikrokontroler ini dilengkapi dengan memori Flash sebesar 32 KB dan memori

SRAM sebesar 2 KB. Papan ini menyediakan 14 pin input/output digital, di mana 6 pin di antaranya dapat berfungsi sebagai keluaran PWM (Pulse Width Modulation). Tersedia pula 6 pin input analog. Papan ini telah dilengkapi dengan osilator kristal 16 MHz, antarmuka koneksi USB, jack catu daya eksternal, header ICSP (In-Circuit Serial Programming), serta tombol reset. Pengoperasiannya, mikrokontroler dapat dijalankan dengan menghubungkan papan Arduino Uno ke komputer melalui kabel USB, atau dengan menggunakan adaptor AC-ke-DC maupun baterai sebagai sumber catu daya eksternal (Sutita & Irwan, 2024).

Papan Arduino Uno terdiri atas beberapa komponen dan bagian utama yang secara visual ditunjukkan pada gambar berikut (Dahlan, 2020):



Gambar 1. Papan Arduino Uno

a. Pin I/O Digital (0-13)

Berfungsi sebagai antarmuka input dan output sinyal digital. Beberapa pin dapat menghasilkan sinyal PWM, dan pin 0 serta 1 memiliki fungsi khusus untuk komunikasi serial.

b. Pin Input Analog (A0-A5)

Khusus digunakan untuk membaca tegangan analog, yang kemudian dikonversi menjadi nilai digital oleh konverter internal.

c. Pin untuk sumber tegangan

Kumpulan pin yang menyediakan tegangan keluaran tetap, ground, dan referensi tegangan untuk sistem.

d. IC ATmega328

Bertindak sebagai mikrokontroler utama atau otak dari papan, yang menjalankan semua instruksi program.

e. IC ATmega16U

Bertanggung jawab untuk mengelola komunikasi data antara papan dan komputer melalui antarmuka USB.

f. Jack USB

Merupakan konektor fisik untuk menghubungkan papan ke komputer, baik untuk pemrograman maupun sebagai sumber daya.

g. Jack Power

Soket yang dirancang untuk menerima pasokan daya dari adaptor atau baterai eksternal.

h. Port ICSP

Header pemrograman yang memungkinkan pengisian program secara langsung ke dalam mikrokontroler.

i. Tombol Reset

Digunakan untuk mengulang eksekusi program dari awal dengan mereset mikrokontroler.

c. IR Recervier

InfraRed Receiver merupakan suatu rangkaian elektronika yang berfungsi untuk menangkap sinyal infra merah yang ditransmisikan dari unit pengendali jarak jauh (remote kontrol). Rangkaian ini dihubungkan ke port serial RS-232 pada komputer personal (PC). Penerima IR ini tergolong ke dalam perangkat tipe DCD (Data Carrier Detect), yang memanfaatkan jalur sinyal DCD, yaitu pin nomor 1 pada konektor 9 pin SUB-D. Port serial memberikan tegangan kerja dalam kisaran -12 hingga +12 Volt pada jalur RTS (Request to Send), yakni pin nomor 7. Cara beroperasi, sensor penerima IR memerlukan catu daya stabil sebesar +5 Volt. Dioda D1 berperan sebagai pelindung rangkaian elektronik dari arus balik (arus negatif). Sementara itu, kapasitor C1 berfungsi untuk membantu menstabilkan tegangan pada keluaran dari IC2 (Ginta dkk., 2017).

IR receiver dapat terbuat dari komponen fotodioda ataupun fototransistor. Fotodioda yang digunakan pada penerima inframerah memiliki karakteristik yang berbeda dengan dioda konvensional, karena komponen ini dirancang khusus untuk hanya mendeteksi spektrum cahaya inframerah.

d. Remote control

Remote kontrol infrared merupakan suatu perangkat kendali jarak jauh yang memanfaatkan sinyal inframerah sebagai media transmisi. Setiap

penekanan tombol pada unit remote akan menghasilkan sinyal inframerah dengan karakteristik yang unik dan berbeda-beda. Sinyal-sinyal tersebut dapat ditangkap oleh penerima (*receiver*) untuk selanjutnya diproses dan didekodekan. Umumnya, sinyal yang dikirimkan berbentuk termodulasi, di mana bentuk modulasi tersebut bervariasi tergantung pada standar atau protokol yang ditetapkan oleh produsen perangkat (Ginta dkk., 2017).

Secara umum, remote control digunakan untuk mengirimkan perintah dari jarak tertentu kepada perangkat elektronik seperti televisi, sistem stereo, atau pemutar DVD. Pengendali ini biasanya berbentuk perangkat genggam nirkabel berukuran kecil, dilengkapi dengan sederetan tombol yang berfungsi untuk mengatur berbagai parameter operasional perangkat, seperti pemilihan saluran televisi, penentuan nomor trek lagu, atau pengaturan tingkat volume suara (Susilo, 2021).

e. Motor pump

Pompa didefinisikan sebagai suatu mesin atau perangkat yang berfungsi untuk memindahkan fluida cair dari satu lokasi ke lokasi lain, dengan tujuan utama mengatasi berbagai hambatan dalam sistem pengaliran. Hambatan-hambatan tersebut dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan elevasi (ketinggian), atau gaya gesek yang timbul di sepanjang saluran. Secara prinsip, pompa bekerja dengan mengonversi energi mekanik dari penggerak (motor) menjadi energi aliran pada fluida. Energi yang ditransfer ke fluida ini kemudian dimanfaatkan untuk meningkatkan tekanan fluida dan mengatasi seluruh

resistansi hidraulik yang dijumpai selama proses pengaliran melalui saluran (Fakhruddin, 2020).

Motor pump terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi sebagai berikut:

- a. Motor penggerak, berfungsi sebagai sumber energi untuk menggerakkan sistem pompa.
- b. Pompa (pump body), merupakan bagian yang berfungsi sebagai tempat fluida mengalir dan mengalami peningkatan tekanan.
- c. Impeller, komponen yang berputar untuk mentransfer energi mekanik ke fluida.
- d. Poros (shaft), berfungsi menghubungkan motor dengan impeller.
- e. Seal atau packing, berfungsi mencegah kebocoran fluida selama proses pemompaan.
- f. Deposisi cairan semprot

Deposisi semprotan diartikan sebagai proses akumulasi tetesan cairan yang dihasilkan oleh nozzle atau alat pada permukaan sasaran, yang ditentukan oleh interaksi antara karakteristik aerodinamika tetesan, gaya gravitasi, tingkat turbulensi, serta distribusi ukuran droplet. Dalam studi mengenai teknologi semprotan, deposisi droplet dipahami sebagai luaran dari pergerakan tetesan dalam medan aliran udara dan berbagai gaya yang memengaruhinya (Xiahou dkk., 2020). Penilaian terhadap deposisi semprotan dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu secara langsung pada kondisi lapangan dan secara tidak langsung dalam lingkungan yang terkendali, seperti di laboratorium (Ali dkk.,

2026b). Hasil penelitian (Xiahou dkk., 2020), baik secara simulasi maupun eksperimental menunjukkan beberapa temuan sebagai berikut:

- a. Partikel berukuran besar mengalami sedimentasi lebih cepat akibat gravitasi, sementara tetesan berukuran kecil cenderung lebih mudah terangkut oleh aliran udara dan terdorong menjauhi titik keluarnya nozzle.
- b. Jumlah dan karakteristik tetesan pada setiap jarak menjadi penentu utama intensitas deposisi pada permukaan target, dengan ukuran droplet, densitas aliran semprotan, serta kecepatan aliran udara secara kolektif mempengaruhi kecenderungan tetesan untuk terdeposisi atau melayang di udara.

g. Repellent

Repellent adalah zat yang terdapat pada tumbuhan yang bertujuan untuk menghindarkan serangga dari manusia dengan cara menghambat stimulus nyamuk untuk menghisap darah atau *blood feeding* (Lestari, 2024).

Repellent umumnya memanfaatkan bahan kimia beracun seperti DEET (*diethylmethyl-toluamide*) dan permethrin yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, meninggalkan jejak, serta memicu munculnya resistensi terhadap zat tersebut (Aini dkk., 2021), akan tetapi Pengendalian menggunakan *repellent*, baik yang berbahan kimia atau alami, memiliki sasaran pada *chemoreceptor* nyamuk yang terdapat di palpi dan antena. Organ-organ ini sangat sensitif dan dapat terstimulasi oleh zat kimia (Werdiningsih & Amalia, 2021)

Penggunaan *repellent* biasanya tidak secara langsung membunuh serangga, tetapi lebih sebagai cara untuk menghindari kehadiran serangga, terutama karena aroma yang tajam (Zen & Asih, 2023). *Repellent* yang efektif dan aman untuk dipakai adalah *repellent* yang tidak mengganggu penggunaannya, tidak lengkep saat digunakan, memiliki wangi yang menyenangkan, aman, dan tidak akan menimbulkan iritasi (Daud dkk., 2023).

h. Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*)

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Boesri pada tahun 2015, ada beberapa tanaman yang memiliki potensi untuk dijadikan insektisida alami, di antaranya adalah daun tembakau, daun zodia, umbi lengkuas, serai wangi, rosemary, dan tanaman jeruk purut (Elmitra dkk., 2023). Salah satu jenis tanaman yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai alat pengendalian adalah serai wangi. Serai wangi kaya akan minyak esensial yang terdiri dari *geraniol* (20-40%), *citronellal* (25-50%), dan *citronellol* (10-15%), yang menghasilkan bau khas. Tanaman serai terbagi menjadi tiga kategori, yaitu serai wangi (*Cymbopogon winterianus*), serai untuk keperluan dapur (*Cymbopogon flexuosus*), dan rumput palmarosa (*Cymbopogon martini*) (Feriyanto dkk., 2021).

Tanaman serai wangi merupakan bagian dari jenis rumput yang dikenal sebagai *Andropogon nardus* atau *Cymbopogon nardus*. Genus ini mencakup hampir 80 jenis, yang memiliki nilai ekonomi dalam sektor perdagangan (Siskayanti & Kosim, 2021). Produksi serai

wangi bisa menjadi produk unggulan serta sumber daya lokal yang mampu meningkatkan ekonomi masyarakat. Tingginya nilai ekonomi dari minyak atsiri dipengaruhi oleh kualitas dan mutu, termasuk karakteristik sifat fisika dan kimianya (Afrizal dkk., 2024).

i. Spray otomatis

Spray adalah cara untuk mengubah cairan menjadi partikel-partikel halus (*droplet*) sehingga bisa menyebar rata ke suatu area tertentu. Cara kerja *spray* melalui proses atomisasi yaitu memecah cairan menjadi butiran kecil karena tekanan mekanik, udara bertekanan atau getaran.

Atomisasi merupakan proses pemecahan aliran cairan menjadi partikel-partikel halus (*droplet*) melalui pemanfaatan energi kinetik, yang berasal dari tekanan fluida, kecepatan aliran serta dipengaruhi oleh karakteristik geometris *nozzle*. Sifat *droplet* yang dihasilkan meliputi ukuran, distribusi ukuran, dan sudut semprotan sangat ditentukan oleh diameter lubang *nozzle*, besarnya tekanan pompa, serta sifat fisik cairan seperti viskositas dan tegangan permukaan. *Droplet* dengan ukuran yang lebih kecil mampu meningkatkan luas permukaan kontak, sehingga berpotensi meningkatkan efektivitas bahan aktif yang bersifat volatil. Kajian teknis dan eksperimen terkait perancangan *nozzle* serta distribusi *droplet* menjadi landasan penting dalam pengembangan perangkat *spray* yang memiliki kinerja optimal (Li dkk., 2023).

j. Angin atau aliran udara

a. Aliran udara

Ventilasi merupakan proses pertukaran udara di dalam ruangan yang dapat terjadi secara alami maupun secara mekanis. Pergantian udara tersebut berperan dalam meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan. Laju ventilasi dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara, di mana perbedaan tekanan tersebut menyebabkan udara bergerak atau mengalir dari daerah yang bertekanan lebih tinggi menuju daerah yang bertekanan lebih rendah, Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023, standar suhu udara dalam ruang adalah 18-30°C (Widiarta, 2024).

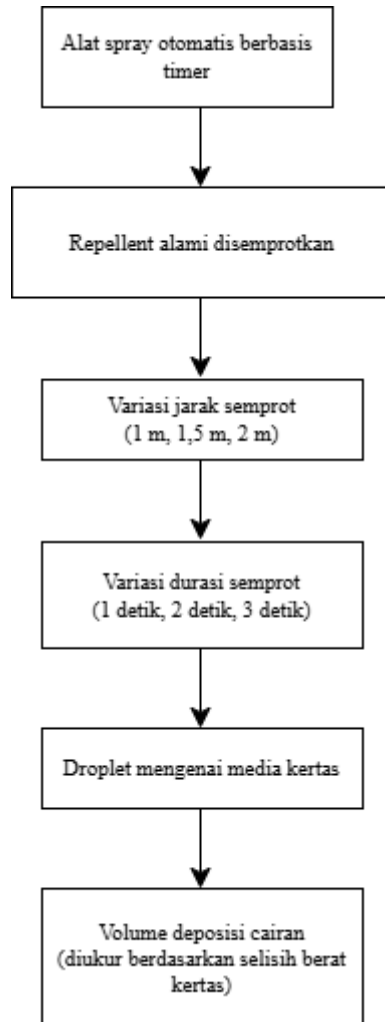
Kualitas udara dalam ruangan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain lokasi bangunan, sumber pencemar yang berasal dari aktivitas tertentu, jenis polutan yang dihasilkan, kondisi meteorologi atau iklim setempat, serta kondisi topografi yang dapat mempengaruhi proses penyebaran polutan di udara (Mutmainnah dkk., 2023). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023, standar suhu udara dalam ruang adalah 18-30°C.

b. Suhu dan kelembaban

Pemanasan global berpengaruh terhadap peningkatan suhu udara di permukaan bumi yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kondisi suhu udara di dalam ruangan. Fenomena ini menyebabkan terjadinya peningkatan suhu rata-rata atmosfer yang memberikan berbagai dampak terhadap perubahan iklim (Pratama & Saputra, 2023).

Suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan memiliki hubungan yang saling berkaitan dan keduanya berpengaruh terhadap kualitas udara dalam ruangan (indoor). Kelembaban udara yang diukur pada ruangan umumnya dinyatakan dalam bentuk kelembaban relatif. Kelembaban relatif merupakan ukuran yang menunjukkan jumlah uap air yang terdapat di udara dibandingkan dengan jumlah maksimum uap air yang dapat ditampung oleh udara pada suhu tertentu. Semakin tinggi suhu udara, maka kemampuan udara untuk menampung uap air juga akan semakin besar. Oleh karena itu, jika jumlah uap air tetap dan suhu udara meningkat, maka nilai kelembaban relatif akan cenderung menurun (Pebralia dkk., 2024).

B. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

C. Hipotesis

Terdapat pengaruh variasi jarak dan waktu penyemprotan pada alat spray otomatis berbasis timer terhadap jumlah cairan *repellent* alami yang menempel pada media kertas