

RANCANG BANGUN SPRAYER OTOMATIS UNTUK MENURUNKAN SUHU RUANG GREENHOUSE PADA PEMBUDIDAYAAN TANAMAN SELADA

Design and Development of an Automatic Sprayer to Reduce Greenhouse Temperature for Lettuce Cultivation

Setya Permana Sutisna¹, Achmad Setiawan^{2*}, Tika Hafzara Siregar¹, Fitriani², Hanif Zaidan Sinaga³ ¹Fakultas Teknik dan Sains, Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Universitas Ibn Khaldun Bogor ²Fakultas Teknik dan Sains, Teknik Mesin, Universitas Ibn Khaldun Bogor

³PT Lumina Agro Madania

^{*)}Email korespondensi: achsetiawan33@gmail.com

ABSTRACT

A sprayer is a device or machine that functions to break down a liquid into droplets or spray, one of whose functions is to increase air humidity. The sprayer is crucial for lettuce plants as it can lower the temperature to optimal conditions for plant growth. This study aims to design and develop an automatic sprayer system used in greenhouses, which can effectively and efficiently respond to temperature changes to create an optimal environment for lettuce growth. The design of the automatic sprayer system to reduce room temperature involves the use of an Arduino Uno ATmega 328 microcontroller, temperature sensors, a sprayer pump, hoses, and nozzles. The research results show that the system can respond well to temperature changes. The sprayer's water flow rate used is 100 mL/min, with an effective spray width of the small nozzle opening of 82.4 cm and an effective spray height of 88.34 cm. The implemented sprayer design can lower the room temperature according to the set point. The study also shows that at certain times, the system cannot maintain the room temperature between 24°C and 26°C. This is due to the complex external environmental factors, which mean the heat absorption by the water from the sprayer cannot maintain the room temperature as planned.

Keywords: arduino uno, automatic, greenhouse, sprayer, temperature reduction.

ABSTRAK

Sprayer merupakan sebuah alat atau mesin yang berfungsi untuk memecah suatu cairan menjadi butiran cairan atau *spray* yang salah satu fungsinya adalah untuk menambah kelembaban udara. *Sprayer* sangat penting bagi tanaman selada karena dapat menurunkan suhu hingga kondisi optimal untuk tumbuh kembang tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem *sprayer* otomatis yang digunakan pada *greenhouse*, yang mampu merespon perubahan suhu secara efektif dan efisien, guna menciptakan kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman selada. Perancangan sistem *sprayer* otomatis untuk menurunkan suhu ruang melibatkan perangkat mikrokontroler arduino uno ATmega 328, sensor suhu, pompa *sprayer*, selang, dan *nozzle*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dalam merespon perubahan suhu. Debit air *sprayer* yang digunakan adalah 100 mL/min, dengan lebar penyemprotan efektif *nozzle* bukaan kecil sebesar 82,4 cm dan tinggi penyemprotan efektif 88,34 cm. Rancangan *sprayer* yang diterapkan dapat menurunkan suhu ruang sesuai *set point* yang ditentukan. Penelitian juga menunjukkan bahwa pada waktu tertentu, sistem belum dapat menjaga suhu ruang antara 24°C hingga 26°C. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan luar yang cukup kompleks sehingga penyerapan panas oleh air dari *sprayer* belum dapat menjaga suhu ruang sesuai perencanaan.

Kata kunci: arduino uno, *greenhouse*, otomatis, penurunan suhu, *sprayer*

PENDAHULUAN

Sprayer merupakan sebuah alat atau mesin yang berfungsi untuk memecah suatu cairan menjadi butiran cairan atau *spray*. Ada banyak fungsi dari *sprayer* salah satunya adalah menyemprotkan air untuk menambah kelembaban udara (Agusta et al., 2019)

Sprayer Otomatis adalah alat/mesin yang berfungsi untuk memecah cairan, larutan atau suspensi menjadi butiran butiran cairan (*droplets*). Dengan sistem ini maka aplikasi penyiraman untuk menjaga kelembaban atau temperatur, pemberantasan hama penyakit, atau pemupukan dapat dilakukan dengan otomatis sesuai dengan yang kita inginkan (Mukhlis et al., 2019).

Greenhouse merupakan salah satu wujud teknologi pada bidang pertanian yang berbentuk bangunan dan diselubungi bahan bening atau tembus cahaya. Bahan bening atau tembus cahaya ini dapat meneruskan cahaya secara optimum untuk produksi dan melindungi tanaman dari kondisi iklim yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Penggunaan *greenhouse* untuk pembudidayaan memiliki banyak manfaat, antara lain melindungi tanaman tertentu yang tidak bisa langsung terkena sinar matahari dan melindungi tanaman dari serangan hama. Intensitas suhu udara pada *greenhouse* merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan bagi pertanian yang menerapkan metode ini, karena berbeda dengan pertanian yang dilakukan di lahan terbuka (Anonymous, 2023). Pencahayaan dari matahari yang berlebihan dapat meningkatkan suhu dan menurunkan kelembapan udara sehingga mengakibatkan kerusakan pada tanaman. Oleh karenanya, intensitas suhu udara pada ruangan

greenhouse harus terkontrol (Roby & Junadhi, 2019).

PT. Lumina Agro Madania, menerapkan penggunaan *greenhouse* untuk pembudidayaan tanaman selada secara hidroponik. Tanaman selada membutuhkan perawatan yang cukup intensif, termasuk memperhatikan suhu dan kelembapan udara pada *greenhouse* untuk pertumbuhannya. Kelembapan udara yang dibutuhkan oleh tanaman selada agar dapat tumbuh secara optimal adalah antara 65% hingga 78%, dengan suhu udara yang ideal berkisar 18°C hingga 25°C. Adapun kelembapan udara pada *greenhouse* PT. Lumina Agro Madania yaitu pada kisaran 32% hingga 61%, dengan suhu udara antara 25°C hingga 44°C. Parameter kelembapan dan suhu udara ini masih jauh dari kondisi ideal bagi pertumbuhan tanaman selada. Sehingga perlu pengontrolan suhu dan kelembapan agar tanaman selada memberikan keuntungan yang baik dari hasil panen yang didapat (Hastini et al., 2022).

Para petani hidroponik harus selalu memastikan suhu udara/ruang dalam *greenhouse* mereka stabil. Mereka juga harus memastikan bahwa kelembapan yang dimiliki tanaman tepat dan stabil, sehingga perlu pengecekan serta pengontrolan yang dilakukan secara berkala. Karena pengontrolan dilakukan secara teratur dan kontinu, maka hal ini menjadi tantangan tersendiri. Salah satu solusi terhadap masalah ini, pengontrolan sebaiknya dilakukan dengan menggunakan sistem kontrol yang diintegrasikan dengan sistem pengontrolan *real time* dari LCD supaya dapat mengontrol dan memanipulasi suhu dan kelembapan udara secara *real time* (Buana et al., 2019).

Sistem *sprayer* otomatis merupakan salah satu sistem yang dapat membantu para petani untuk mengatur suhu ruang dan kelembapan pada *greenhouse*. Dengan mengembangkan aplikasi Arduino Uno untuk otomatisasi pemancaran *sprayer*, petani tidak memerlukan tenaga lebih untuk mengatur suhu ruang pada *greenhouse*. Karena, suhu ruang *greenhouse* dapat diatur sesuai kebutuhan petani dengan prinsip kerja *sprayer* yang memancarkan fluida secara otomatis ketika suhu tidak sesuai dengan kebutuhan *greenhouse*, dan akan berhenti dengan sendirinya ketika suhu ruang telah mencapai derajat yang diinginkan (Bintari,2023).

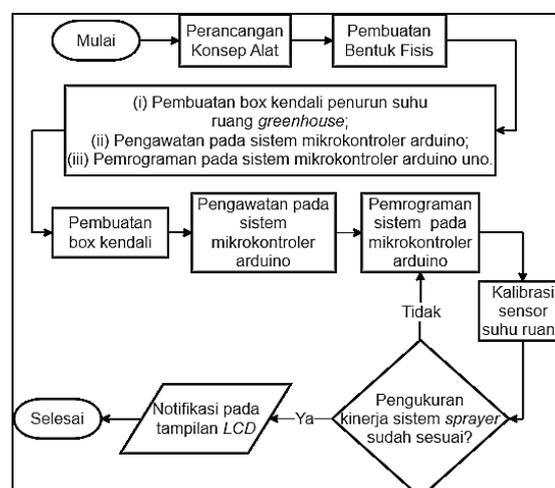
Pembudidayaan tanaman dengan *greenhouse* sangat menguntungkan di daerah tropis karena memungkinkan produksi tanaman sepanjang tahun, dibandingkan produksi tanaman di lahan terbuka yang terbatas karena sering terjadi hujan dan angin kencang. *Greenhouse* dapat memanfaatkan keuntungan pada iklim tropis dan mengurangi resiko kerusakan tanaman akibat kondisi lingkungan yang ekstrem. Bangunan *greenhouse* di daerah tropis umumnya memanfaatkan sisi-sisinya sebagai pelindung dengan pengatur suhu menggunakan ventilasi alami. Selain itu, *greenhouse* juga memiliki jaring

(*screens*) yang digunakan untuk mengurangi resiko serangan serangga dan hama (Bintari, 2023).

Tanaman selada adalah salah satu tanaman yang ditanam dengan sistem hidroponik karena tingkat pertumbuhannya yang cepat. Tanaman hidroponik memiliki kualitas yang lebih baik jika diberikan suhu yang optimal. Suhu optimal dalam penanaman tumbuhan selada dalam kisaran 18°C hingga 25°C. Pertanian hidroponik selada memiliki potensi untuk menjadi solusi pertanian berkelanjutan. Dengan teknologi yang terus berkembang, sistem hidroponik semakin terjangkau dan dapat diimplementasikan oleh petani skala kecil hingga besar. Selain itu, keberlanjutan pertanian hidroponik juga terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan hasil tanaman yang bersih dan sehat bagi konsumen. Pengurangan air dan nutrisi yang efisien membuat pertanian hidroponik lebih ramah lingkungan (Hastini et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah- langkah untuk mencapai tujuan penelitian sesuai dengan batasan masalah. Diagram alir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Proses perancangan sistem

Metode penelitian berisi tahapan penelitian, yaitu (i) pembuatan bentuk fisis sistem *sprayer* otomatis untuk menurunkan suhu ruang *greenhouse* pada pembudidayaan tanaman selada; (ii) kalibrasi sensor dengan acuan standar; dan (iii) pengukuran kinerja dan pemantauan

suhu ruang *greenhouse*. Penelitian dilakukan di *greenhouse* dengan ukuran 12,5 x 8,7 m, atap *greenhouse* berbahan plastik UV dan dinding berbahan paranet. *Greenhouse* ini belum terdapat alat *sprayer* atau alat bantu lainnya untuk menurunkan suhu di dalam *greenhouse*.



Gambar 2. *Greenhouse*

Hidroponik digunakan untuk menanam tanaman tanpa menggunakan media tanah yang memungkinkan pemanfaatan lahan yang sempit. Sistem ini juga tidak membutuhkan lahan yang luas untuk bercocok tanam, sehingga dapat dilakukan di pekarangan, atap rumah, atau lahan lain. Tanaman selada adalah

salah satu tanaman yang ditanam dengan sistem hidroponik karena tingkat pertumbuhannya yang cepat. Tanaman hidroponik memiliki kualitas yang lebih baik jika diberikan suhu yang optimal. Suhu optimal dalam penanaman tumbuhan selada dalam kisaran 18 °C hingga 25°C.



Gambar 3. Tanaman hidroponik selada

Penentuan Debit Penyemprotan

Debit penyemprotan dapat diukur dengan metode volumetrik yaitu cairan

dimasukkan ke dalam bejana ukur untuk menentukan volume air. Pertama tangki

diisi penuh sesuai kapasitas tangki sehingga akan diketahui volume awal tangki (V_0). Kemudian akan dilakukan penyemprotan pada selang waktu yang telah ditentukan (t). Selanjutnya, seluruh cairan yang ada di tangki maupun di *nozzle* dikeluarkan dan ditampung di dalam bejana ukur sehingga didapatkan volume akhir (V_1) (Muhlizah., 2018).

$$\Delta V = V_0 - V_1 \dots\dots\dots(1)$$

Selisih volume awal dan volume akhir adalah jumlah cairan yang terpakai selama penyemprotan. Selanjutnya untuk menghitung debit digunakan persamaan (2):

$$Q = \Delta V/t \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

V_0 = Kapasitas tangki (L)

V_1 = Volume tangki setelah penyemprotan (L)

t = Lama penyemprotan (min)

ΔV = Volume air yang terpakai selama penyemprotan (L)

Q = Debit penyemprotan (L/min)

Lebar Penyemprotan Efektif (LPE)

Lebar penyemprotan efektif adalah lebar kerja penyemprotan optimal yang menghasilkan sebaran melintang yang paling seragam. Lebar kerja penyemprotan adalah jarak antara suatu garis lintasan penyemprotan dengan garis lintasan berikutnya. Lebar penyemprotan efektif diperoleh dengan

pengambilan garis lintasan berikutnya yang dilakukan sedemikian rupa sehingga terjadi saling tumpang tindih (*overlapping*) antara penyemprotan yang terdahulu dengan penyemprotan berikutnya sehingga ketidakseragaman yang dihasilkan sebelumnya tertutupi oleh pola penyemprotan berikutnya.

Lebar penyemprotan efektif dapat diukur dengan peralatan uji penyemprotan (*patternator*). Pipa penyemprotan diatur sedemikian rupa sehingga butiran air yang disemprotkan dapat diukur pada kertas penampung (Muhlizah., 2018).

Tinggi Penyemprotan Efektif (TPE)

Tinggi penyemprotan efektif dapat diperoleh setelah mengetahui besar lebar penyemprotan efektif. Nilai tinggi penyemprotan efektif tidak diukur secara langsung di lapangan tetapi menggunakan persamaan berikut: (Muhlizah., 2018)

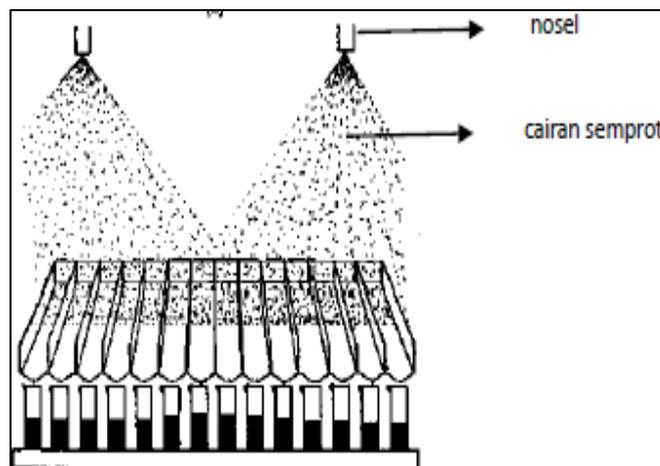
$$TPE = \frac{\frac{1}{2}LPE}{\tan(\frac{\alpha}{2})} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

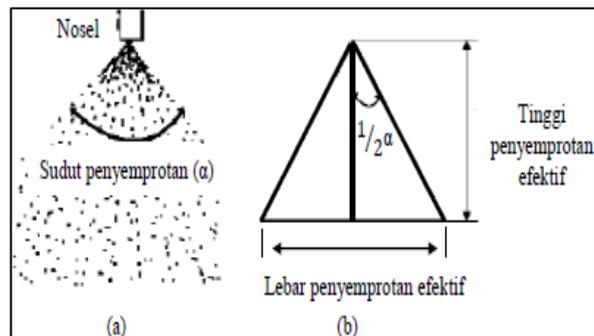
LPE = Lebar penyemprotan efektif (m)

TPE = Tinggi penyemprotan efektif (m)

α = Sudut penyemprotan ($^{\circ}$)



Gambar 5. Contoh pada saat penyemprotan(Badan Standarisasi Nasional 2008)



Gambar 6. Sudut penyemprotan
(a) Tinggi penyemprotan efektif (b) (BSN- 4513- 2012)

Kalibrasi Alat

Proses kalibrasi sensor dilakukan dengan membandingkan pembacaan suhu ruang pada sistem, dan pembacaan suhu ruang yang terdapat di laboratorium yang sudah terkalibrasi dan terjamin akurasi. Proses perbandingan dilakukan di laboratorium dengan metode perbandingan langsung. Nilai terukur alat berupa tegangan, kemudian dicatat dan dikonversi menggunakan regresi linear untuk diketahui persamaan nilainya. Nilai terukur alat dibandingkan dengan nilai terukur pada alat standar untuk menghitung persentase *error* alat dan akurasi pembacaan alat.

Pengukuran Kinerja Sistem

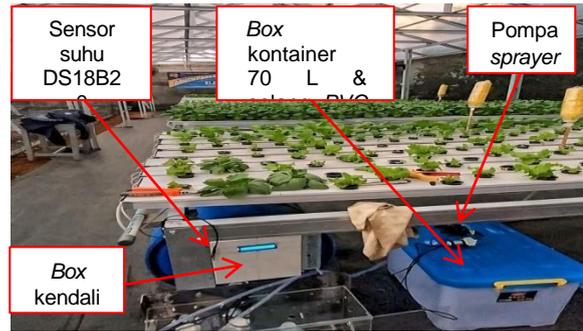
Pengukuran kinerja sistem *sprayer* otomatis untuk menurunkan suhu ruang *greenhouse* pada pembudidayaan tanaman selada, dilakukan berdasarkan hasil pembacaan secara *real-time* alat ukur suhu udara. Pengujian kinerja dilakukan untuk mengetahui penurunan suhu yang terjadi selama 128 menit. Waktu yang digunakan untuk pengujian yaitu dengan interval setiap 2 menit. Kinerja sistem dinilai dengan seberapa cepat sistem dapat mencapai suhu sesuai *set point* yaitu dalam rentang 24°C hingga 26°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Sistem *Sprayer* Otomatis

Perancangan sistem *sprayer* otomatis untuk menurunkan suhu ruang *greenhouse* pada pembudidayaan tanaman selada sudah dilakukan. Sistem yang dirancang bertujuan untuk menjaga kondisi mikroklimat optimal bagi tanaman selada pada suhu 24°C hingga 26°C, khususnya pada saat suhu di dalam *greenhouse* meningkat drastis akibat cuaca panas. Sebelum dipasang sistem *sprayer* otomatis, tanaman selada terlihat mudah layu pada siang hari sekitar pukul 12.00 WIB. Namun setelah dipasang sistem *sprayer* otomatis diketahui tanaman selada terlihat lebih segar dan tidak mudah layu khususnya pada siang hari sekitar pukul 12.00 WIB. Tentunya hal ini dapat meningkatkan produktivitas tanaman selada.

Salah satu sistem penggerak utama pada sistem *sprayer* otomatis ini adalah pompa *sprayer* DC 36W 12V yang sudah terhubung dengan perangkat sistem mikrokontroler arduino uno R3 ATmega 328P, lalu pompa *sprayer* yang sudah mendapat suplai air dari *box* kontainer langsung dihubungkan pada selang PVC 4 x 7 mm sebagai penghubung menuju *nozzle sprayer* 0,3 mm sehingga terjadilah proses pengkabutan untuk menurunkan suhu ruang *greenhouse* pada pembudidayaan tanaman selada di PT. Lumina AgroMadania.



Gambar 7. Rancangan sistem kontrol *sprayer* otomatis

Keterangan Gambar 7:

1. *Box* kendali yang berisikan perangkat sistem mikrokontroler arduino uno R3 ATmega 328P
2. Sensor suhu DS18B20
3. *Box* kontainer 70 L
4. Pompa *sprayer* DC 36W 12V
5. Selang PVC 8 x 11 mm



Gambar 8. Rancangan sistem *sprayer* otomatis

Keterangan Gambar 8:

1. Selang PVC 4 x 7 mm
2. *Nozzle sprayer* 0,3 mm

Desain Sistem Kendali Otomatis

Sistem kendali otomatis ini bertujuan untuk menjaga suhu ruang *greenhouse* pada tingkat yang optimal untuk pertumbuhan tanaman selada. Dengan mengendalikan suhu secara otomatis, diharapkan tanaman dapat tumbuh lebih baik dan menghasilkan panen yang optimal. Sistem ini juga dirancang untuk meningkatkan efisiensi

dan efektivitas dalam pembudidayaan tanaman selada dengan menggunakan teknologi *sprayer* otomatis. Otomatisasi ini dirancang dengan menggunakan program sistem mikrokontroler Arduino uno R3 ATmega 328P yang memerintahkan sistem *sprayer* untuk bekerja secara otomatis ketika suhu melebihi 26°C dan akan mati secara otomatis ketika suhu udara telah

mencapai 24°C.

Setelah kode pemrograman divalidasi, *box* kendali dirancang sebagai pusat kendali dari seluruh sistem *sprayer* otomatis. Semua komponen seperti sensor suhu DS18B20, pompa *sprayer* dan mikrokontroler Arduino uno R3 ATmega 328P terhubung ke *box* ini. *Box* kendali mengumpulkan data dari

sensor suhu DS18B20 yang dipasang di dalam *greenhouse*. Data ini kemudian diproses untuk menentukan kapan *sprayer* harus diaktifkan atau dinonaktifkan. *Box* kendali dilengkapi dengan layar *LCD* yang memungkinkan pengguna untuk memantau status operasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Box kendali

Dari program yang sudah dibangun, kemudian diuji respon *sprayer* terhadap perubahan suhu ruang. Tabel 1 menunjukkan respon *sprayer* terhadap perubahan suhu yang terjadi pada ruang *greenhouse*. Ketika suhu menunjukkan 31°C, maka status

sprayer aktif dimana pompa menyala dan air kabut keluar. Kemudian ketika suhu 24°C, maka status *sprayer* tidak aktif secara otomatis. Program sudah bekerja sesuai dengan *set point* yang dirancang pada program sistem.

Tabel 1. Pengujian Sistem Kendali Otomatis

No	Suhu (°C)	<i>Sprayer</i>
1	31	Aktif
2	27,44	Aktif
3	24	Tidak aktif

Penentuan debit penyemprotan

Pada penelitian ini debit aliran dihitung untuk mengetahui berapa volume air yang dibutuhkan per menit penyemprotan pada masing-masing *nozzle*. Dengan menggunakan persamaan (4), maka debit yang dikeluarkan pada setiap *nozzle* dapat dihitung:

$$Q = \Delta V/t \dots \dots \dots (4)$$

$$= (70 - 69,9 \text{ L}) / \text{min}$$

$$= 0,1 \text{ L/min}$$

$$= 100 \text{ mL/min}$$

Lebar penyemprotan efektif

Dari hasil pengujian, diketahui nilai rata-rata lebar sebaran penyemprotan adalah 82,4 cm dengan standar deviasi 1 cm. Perhitungan aktual di lapangan dilakukan dengan membentangkan kertas yang di atasnya terpasang sebuah *nozzle sprayer*

bukaan *nozzle* kecil, sedang dan besar dengan ketinggian 182 cm diatas permukaan kertas. Hasil pengukuran

lebar penyemprotan *nozzle* bukaan kecil, sedang dan besar secara aktual ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Sebaran *sprayer nozzle* bukaan kecil, sedang dan besar

Hasil perhitungan nilai lebar penyemprotan efektif *nozzle* bukaan

kecil, sedang dan besar secara aktual ditunjukkan juga pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil nilai sebaran *sprayer nozzle* bukaan kecil, sedang dan besar secara aktual

No	Kategori bukaan <i>nozzle</i>	Diameter sebaran (cm)
1	Kecil	82
2	Sedang	108
3	Besar	124

Setelah dilakukan perhitungan lebar penyemprotan efektif secara aktual, maka sistem *sprayer* otomatis pada meja dengan ukuran 380 x 180 cm membutuhkan 4 *nozzle* dengan jarak pemasangan antar *nozzle* sebesar 82 cm dan *nozzle* menggunakan bukaan kecil.

Tinggi penyemprotan efektif

Pada penelitian ini tinggi penyemprotan dihitung bertujuan untuk mengetahui nilai efektif dari ketinggian penyemprotan, nilai tinggi efektif penyemprotan dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

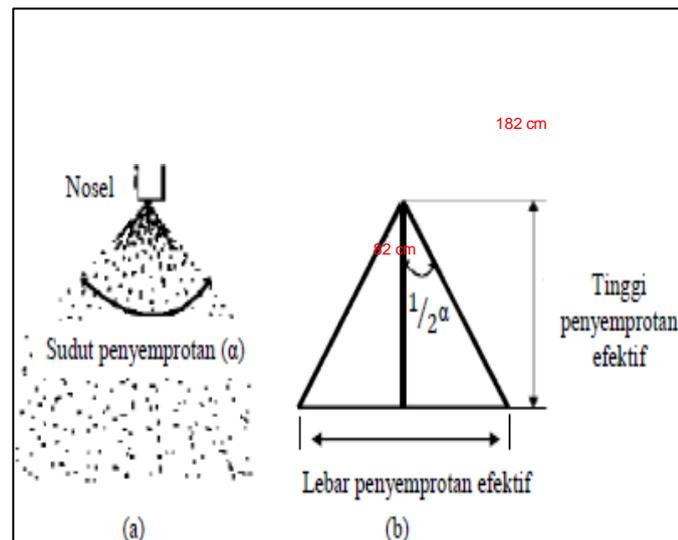
$$TPE = \frac{\frac{1}{2}LPE}{\tan(\frac{1}{2}\alpha)} \dots\dots\dots(5)$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(82,4cm)}{\tan(\frac{1}{2}x12,72^\circ)}$$

$$= \frac{41,2cm}{0,468}$$

$$= 88,34cm$$

Dengan menggunakan persamaan (5), maka diperoleh tinggi penyemprotan efektif pada *nozzle* bukaan kecil sebesar 88,34 cm, sedangkan pada *nozzle* bukaan sedang diperoleh nilai 115,76 cm, dan pada *nozzle* bukaan besar diperoleh nilai 132,71 cm. Adapun perhitungan lebar penyemprotan efektif yang dilakukan secara aktual dengan menggunakan *nozzle* bukaan kecil yaitu dengan nilai sebaran pada diameter 82 cm ditunjukkan pada Gambar 11



Gambar 11. Lebar dan tinggi penyemprotan efektif pada *nozzle* bukaan kecil

Setelah dilakukan perhitungan tinggi penyemprotan efektif secara aktual, maka pemasangan sistem *sprayer* otomatis pada meja dengan ukuran 380 x 180 cm dilakukan dengan jarak ketinggian antara *nozzle sprayer* dan meja yaitu 182 cm.

Dari hasil pengukuran lebar dan tinggi efektif, diperoleh rata-rata lebar sebesar 82,4 cm dan tinggi 182 cm. Oleh sebab itu, desain yang dirancang untuk sistem *sprayer* pada meja dengan panjang 380 cm dan lebar 180 cm adalah dengan menggunakan 4 *nozzle* dengan jarak antar *nozzle* sebesar 82

cm. Desain ini optimal diterapkan pada panjang meja ukuran 380 cm dan lebar 180 cm untuk menurunkan suhu dalam satu set meja tersebut.

Kalibrasi Alat

Proses kalibrasi sensor dilakukan pada 3 hari berbeda di waktu yang sama bertujuan agar data yang dikumpulkan adalah data yang akurat, konsisten, dan dapat diandalkan untuk analisis dan interpretasi yang lebih mendalam. Matriks hasil kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil kalibrasi sensor

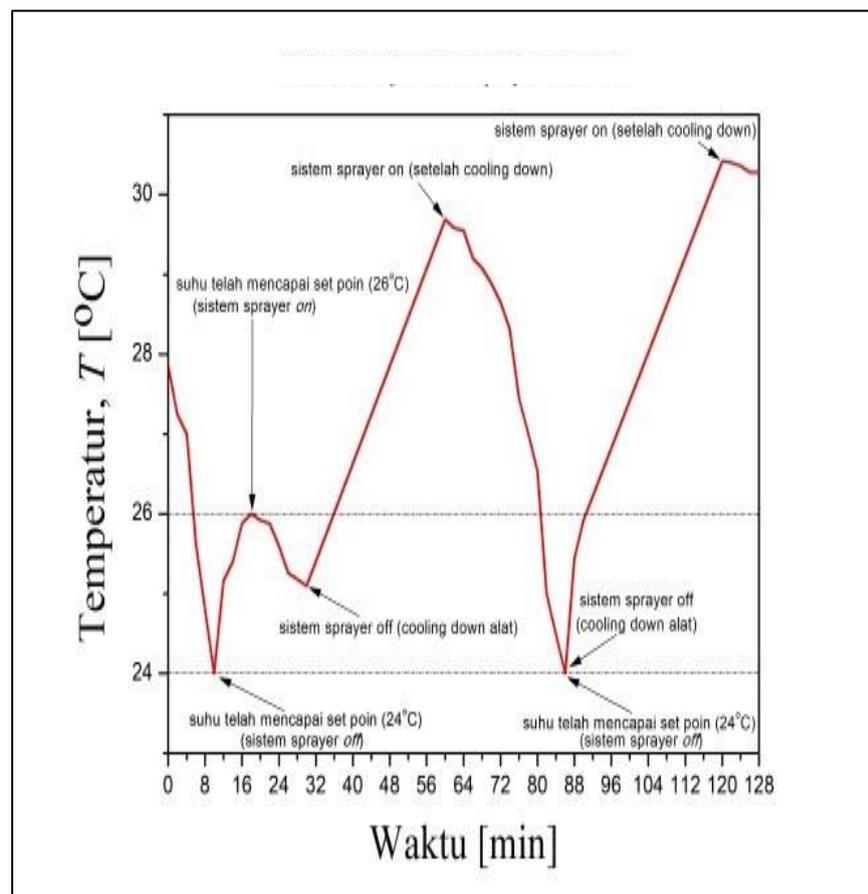
Pengujian	Suhu pengukuran sistem (°C)	Suhu aktual (°C)	Error (%)
1	31	29,5	0,048
2	27,44	26,2	0,045
3	33,5	32	0,045

Hasil pengujian kalibrasi sistem, diketahui *error* pengukuran yang terjadi rata-rata sebesar 0,046. Dari hasil pengujian, diketahui nilai *error* dibawah 0,1% yang menunjukkan alat yang dirancang memiliki tingkat presisi yang tinggi dan hasil pengukurannya dapat mendekati nilai sebenarnya yang diukur.

Pengukuran kinerja sistem

Pengukuran kinerja sistem dilakukan pada pagi hingga siang hari di *greenhouse* PT. Lumina Agro Madania. Berdasarkan pengamatan, terjadi penurunan dan kenaikan suhu udara di ruang *greenhouse* selama percobaan berlangsung.

Grafik kinerja sistem *sprayer* otomatis ditunjukkan pada Gambar 12. Grafik kinerja memperlihatkan bahwa, sistem yang dibangun dapat bekerja optimal menurunkan suhu ruang *greenhouse* untuk mencapai *set point* di suhu 24°C. Sistem dapat mendeteksi suhu ruang ketika melebihi 26°C dan menyalakan sistem *sprayer*. Kemudian sistem mati secara otomatis ketika suhu udara telah mencapai 24°C dan peristiwa tersebut akan terus berlangsung selama sistem *sprayer* diberikan daya listrik melalui *powersupply*



Gambar 12. Grafik kinerja sistem sprayer

Dari grafik kinerja sistem *sprayer* otomatis yang ditunjukkan pada Gambar 12. Dapat terlihat bahwa dengan proses pengkabutan yang terjadi (*sprayer on*) dapat menurunkan suhu dari suhu awal 27,87°C ke *set point* 24°C dalam waktu 10 menit. Setelah *sprayer* non aktif, terlihat adanya kenaikan suhu hingga mencapai 26°C yang selanjutnya sistem *sprayer* aktif kembali untuk menurunkan suhu hingga sesuai dengan *set point* 24°C. Suhu dapat diturunkan hingga 25,10°C dan kemudian naik hingga 29,69°C. Tren ini teramati pada saat pengujian dilakukan setelah jam 09.00 WIB, dimana terjadi kenaikan panas yang cukup signifikan. Pendingin yang didesain tidak dapat menyerap panas di ruangan dengan baik sehingga terjadi kenaikan suhu ruang yang lebih cepat. Sistem terus menyala hingga menit ke 86 atau pada pukul 09.26 WIB. Setelah mencapai *set point* pada 24°C, sistem mematikan *sprayer* dan suhu ruangan kembali meningkat. Fenomena kenaikan suhu hingga 29°C di atas ambang suhu yang direncanakan (maksimal 26°C) terjadi karena peningkatan panas matahari di ruang *greenhouse* yang mengakibatkan kecepatan pindah panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyerapan panas oleh air dari *sprayer*. Fenomena yang sama juga ditemukan dalam penelitian sebelumnya, yang mana salah satu faktor yang mempengaruhi nilai suhu udara adalah besarnya penerimaan radiasi pada pertengahan tahun sebagai akibat dari sedikitnya penutupan awan yang ditandakan dengan curah hujan yang rendah, sehingga radiasi akan langsung masuk ke permukaan bumi dan bernilai maksimal. Radiasi yang masuk ke permukaan bumi beberapa diantaranya terserap oleh uap air dan gas CO₂. Energi radiasi yang terserap

oleh gas- gas tersebut akan kembali dipancarkan ke bumi yang diiringi dengan peningkatan suhu udara.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa *sprayer* yang dirancang telah beroperasi dengan baik. Desain *sprayer* mampu mendistribusikan air secara merata di seluruh area meja *greenhouse* dengan ukuran panjang sebesar 380 cm dan lebar 180 cm, yang merupakan faktor penting untuk menjaga kondisi iklim mikro yang optimal bagi tanaman selada. Sistem *sprayer* otomatis yang dikembangkan berhasil merespon perubahan suhu di dalam *greenhouse* menggunakan sistem mikrokontroler arduino uno ATmega328P dengan sensor suhu DS18B20. Desain *sprayer* sudah dirancang dengan pompa *sprayer* DC 36W 12V, *nozzle sprayer* 0,3 mm, selang PVC 8x11 mm, dan selang PVC 4 x 7 mm. Hasil pengukuran lebar dan tinggi efektif, diperoleh rata-rata lebar sebesar 82,4 cm dan tinggi 88,34 cm. Kinerja *sprayer* dalam menurunkan suhu ruang *greenhouse* menunjukkan rancangan *sprayer* dapat menurunkan suhu ruang sesuai *set point*. Pada waktu tertentu, sistem belum dapat menjaga suhu ruang antara 24°C hingga 26°C. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan luar yang cukup kompleks sehingga penyerapan panas oleh air dari *sprayer* belum dapat menjaga suhu ruang sesuai perencanaan.

SARAN

Walaupun penelitian ini berfokus pada penurunan suhu ruang, disarankan untuk mengembangkan sistem yang mempertimbangkan

variabel lingkungan lain seperti kelembapan dan intensitas cahaya. Integrasi variabel-variabel ini akan meningkatkan kompleksitas sistem, tetapi memberikan manfaat lebih komprehensif untuk menjaga kondisi optimal pertumbuhan tanaman, terutama selada.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PT. Lumina Agro Madania atas dukungannya pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agusta, A. R., Andjarwirawan, J., & Lim, R. (2019). Implementasi internet of things untuk menjaga kelembapan udara pada budidaya jamur. *Jurnal Infra*, 7(2), 95-100.

Anonimous, 2023, September 5. Kenali Dulu Sebelum Membuat, Tiga jenis *Greenhouse* Yang Perlu Kamu Ketahui. Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi. Retrieved from vokasi.kemdikbud.go.id: <https://vokasi.kemdikbud.go.id/read/b/kenali-dulu-sebelum-membuat-tiga-jenis-greenhouse-yang-perlu-kamu-ketahui>

Bintari, D. A. 2023. Rancang Bangun Purwarupa Sistem *Sprayer* Otomatis Pada *Greenhouse*

Kelompok Tani Dusun Sumberjo Berbasis *Internet Of Thing (IOT)* (*Doctoral dissertation*, Universitas Islam Balitar Blitar).

Buana, Z., Candra, O., & Elfizon, E. 2019. Sistem Pemantauan Tanaman Sayur Dengan Media Tanam Hidroponik Menggunakan Arduino. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(1), 74-80.

Hastini, Sumarsono, & Amuddin. 2022. Pemantauan Suhu dan Kelembapan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa l.*) Pada Sistem Hidroponik Menggunakan *Nextion 3.2 HMI*

Muhlizah, M. W. 2018. Kinerja Knapsack Power *Sprayer* dan Mist Blower pada Pengendalian Gulma Lahan Kering Menggunakan Mobile *Sprayer* Machine.

Mukhlis, S., Fanani, A., & Ridwan, R. (2019). Rancang bangun pembibitan model knock down sistem semi floating dengan mist *sprayer* otomatis pada bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*). *Prosiding*.

Roby, F., & Junadhi, J. 2019. Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembapan Udara Pada *Greenhouse* Berbasis *Raspberry* PI. *JTIS*, 2(1).