

Model IoT Berbasis Fuzzy Tsukamoto Untuk Penyemprotan Pestisida Otomatis Pada Tanaman Sayur Kubis

I Kadek Dwi Antoro Oka^{1*}, Bagus Putu Wahyu Nirmala², Made Adi Paramartha Putra³

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Primakara
 Jl. Tukad Badung No. 135 Renon, Denpasar, Indonesia
 *Corresponding Author: kadekdwi1000@gmail.com

Abstract

Manually spraying pesticides for pest control on cabbage fields is not efficient, especially on large garden areas. This study presents a model of an Internet of Things (IoT) based automatic pesticide spraying system using the Tsukamoto fuzzy method to make it easier to spray pesticides. A DC diaphragm pump sucks the pesticide liquid from the pesticide holding tank. The pump is connected to a relay as an automatic pump control switch controlled by the ESP 8266 module. Temperature, light, and raindrop sensors are input variables for the Tsukamoto fuzzy method in predicting the right weather conditions for spraying. Separate testing of each sensor is carried out to ensure each sensor has worked properly before being tested in an integrated manner. The results of the integration test on sensors as input variables and buzzers, LEDs, as well as relays and water pumps as output parameters, can work according to the program rules in the microcontroller. The Tsukamoto fuzzy method can also control the spraying time well although it has not yet reached the maximum level of accuracy.

Keywords: *Microcontroller; ESP 8266; pest; weather*

Abstrak

Penyemprotan pestisida secara manual untuk pengendalian hama pada lahan sayur kubis tidak efisien, terutama pada lahan kebun yang berukuran luas. Penelitian ini menyajikan model sistem penyemprotan pestisida otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* untuk mempermudah melakukan penyemprotan pestisida. Sebuah Pompa *diaphragm* DC menyedot cairan pestisida dari tangki penampungan pestisida. Pompa terhubung dengan *relay* sebagai saklar pengendali pemompa otomatis terkendali modul ESP 8266. Sensor suhu, cahaya, dan *Raindrop* merupakan variabel *input* bagi metode *fuzzy Tsukamoto* dalam memprediksi keadaan cuaca yang tepat untuk melakukan penyemprotan. Pengujian secara terpisah atas setiap sensor dilakukan untuk memastikan setiap sensor telah bekerja secara tepat sebelum dilakukan pengujian secara terintegrasi. Hasil uji integrasi atas sensor-sensor sebagai variabel *input* dan buzzer, LED, serta *relay* dan pompa air sebagai parameter *output*, dapat bekerja sesuai *rule* program dalam mikrokontroler. Metode *fuzzy Tsukamoto* juga dapat mengendalikan waktu penyemprotan dengan baik walaupun masih belum mencapai tingkat ketepatan maksimal.

Kata Kunci: *Mikrokontroler; ESP 8266; hama; cuaca*

1. Pendahuluan

Kubis (*Brassica Oleracea L.*) adalah salah satu jenis sayuran budidaya yang mudah dijumpai di Indonesia. Kubis Indonesia mampu menembus pasar luar negeri, sehingga memiliki prospek yang baik untuk meningkatkan taraf hidup petani Kubis. Namun terdapat tantangan dalam sistem budidaya tanaman tersebut, salah satu diantaranya adalah pengendalian hama. Jenis ulat krop Kubis (*Crociodolomia pavonana*) menjadi salah satu hama pada tanaman sayur Kubis. Hama ulat krop sangat merusak di bagian tengah tanaman sayur Kubis karena larva memakan daun baru sehingga tanaman tidak bisa membentuk krop. Bila bagian krop tanaman sayur Kubis telah hancur, ulat akan pindah ke ujung daun dan mulai turun ke daun yang lebih

tua. Jika ulat krop tidak bisa dikendalikan maka banyaknya tanaman akan hancur terserang [1]. Dengan Situasi seperti ini, diperlukan suatu teknik penanganan secara berkesinambungan agar hama ulat krop pada tanaman sayur Kubis dapat dikendalikan.

Dari hasil wawancara kepada kelompok petani tanaman sayur Kubis di Bali, diketahui bahwa hingga saat ini pada umumnya pengendalian hama sayur kubis dilakukan para petani dengan cara manual melalui cairan pestisida alami. Banyak petani yang mengeluh dalam melakukan penyemprotan hama, karena tidak efisien waktu dalam melakukan pekerjaan tersebut, terutama pada lahan kebun yang berukuran luas. Melihat petani yang masih manual dalam melakukan penyemprotan pestisida, diperlukan suatu teknik yang lebih efisien dalam melakukan penyemprotan pestisida tersebut. Salah satu alternatifnya adalah membuat sistem penyemprotan secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi sistem kendali otomatis.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah banyak diterapkan di berbagai bidang sistem pengendalian secara otomatis, di mana semua perangkat elektronik dalam kehidupan sehari-hari akan diintegrasikan dengan dukungan perangkat mikrokontroler, teknologi *wireless* digital, dan kumpulan protokol-protokol yang membuat perangkat saling berkomunikasi antar satu dengan lainnya. IoT telah secara meluas digunakan dalam bidang *engineering* [2]-[4], bidang perikanan dan Pertanian [5]-[7], bidang kesehatan [8, 9], dan bidang-bidang lainnya [10]-[12].

Makalah ini menyajikan model sistem penyemprotan pestisida otomatis berbasis IoT terkendali metode *Fuzzy Tsukamoto*, yang diimplementasikan pada lahan perkebunan tanaman sayur Kubis, untuk efisiensi waktu dan tenaga pada saat melakukan penyemprotan pestisida.

2. Tinjauan Pustaka

Berbagai temuan telah dihasilkan dalam penelitian tentang model teknologi sistem pengendalian/penyemprot hama pada tanaman. Alat penyemprot pestisida yang diberi nama *Boom sprayer* diperkenalkan oleh [13]. *Boom sprayer* adalah alat yang digunakan untuk mengaplikasikan pupuk cair, pestisida, atau cairan lainnya ke tanaman selama siklus pertumbuhan tanaman. *Boom sprayer* juga dapat digunakan pada beberapa tanaman yang berbeda di lahan pertanian, dan dapat diatur ketinggian *sprayer* untuk memastikan bahwa tanaman menerima jumlah cairan yang tepat yang dikeluarkan. Jika Biasanya petani menggunakan *sprayer* dengan nozzle yang berada didepan operator, *Boom sprayer* memiliki beberapa nozzle dan berada pada posisi di belakang operator sehingga semprotan zat-zat kimia yang berbahaya menjadi tidak terhirup oleh operator. Alat ini dapat dengan mudah dan efisien digunakan petani karena dapat menjangkau area semprotan menjadi lebih besar, namun alat ini memiliki bobot yang cukup berat dan masih mengusung konsep pengoperasian secara manual oleh petani.

Alat pembasmi hama tanaman padi otomatis menggunakan tegangan kejut listrik diperkenalkan oleh [14]. Pada sistem ini, mikrokontroler Atmega 328 Arduino UNO digunakan sebagai pusat pengendali sistem, sensor LDR digunakan sebagai pengganti sakelar lampu DC di malam hari untuk membuat hama mendekat sesuai dengan karakteristiknya yang tertarik dengan cahaya, kemudian tegangan kejut listrik akan aktif setiap 1 menit untuk menyengat hama yang menempel pada jaring kawat yang sudah dibuat, sensor getar sw-420 digunakan untuk mengaktifkan modul GSM dan *buzzer* ketika seseorang mencuri alat yang sudah terpasang di sawah. Pemrograman menggunakan *software* Arduino IDE. Dari hasil pengujian selama 3 hari, alat pembasmi hama padi ini dapat membasmi 39 hama kepik hitam, penggerek batang padi, dan walang sangit.

Penggunaan teknologi *Drone* telah diuji oleh [15] dalam penyemprotan pestisida, dimana sistem ini dapat bekerja secara otomatis tanpa perlu dikendalikan oleh pengguna. *Drone* yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *Hexacopter* tipe X dengan dimensi 550 mm dan *flight controller* dji Naza-M V2. *Drone* bergerak menggunakan 6 buah baling-baling (*propeller*) dengan ukuran 10x4,7-inch yang dipasang pada motor *brushless* 980KV. *Drone* pada saat penyiraman cairan pestisida melakukan *take off* menggunakan mode terbang secara otomatis yang diatur melalui *Universal Ground Control software*. Berdasarkan hasil pengujian dan analisa drone dapat terbang selama 1 menit 45 detik dengan menggunakan baterai Lipo 3S 2200 mAh ketika total berat drone 2.500gram dan drone bekerja dengan baik dalam melakukan penyemprotan pestisida secara otomatis pada lahan pertanian padi.

Yudhana dan Mardani [16] menguji penggunaan *quadcopter remote control* khusus untuk menyemprotkan cairan pestisida pada tanaman padi. *Quadcopter* yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *quadcopter* tipe X dengan dimensi 650mm yang dibuat oleh Tarot.

Quadcopter bergerak menggunakan 4 buah baling-baling (*propeller*) dengan ukuran 13x5,5-*inch* yang dipasang pada motor *brushless* 700KV. *Quadcopter* pada saat penyiraman cairan pestisida melakukan *take off* menggunakan 2 cara, yaitu penyemprotan dengan mode terbang GPS-hold dan penyemprotan mode terbang secara otomatis diatur melalui *Mission Planner software*. Penyemprotan pestisida menggunakan *quadcopter* menghasilkan penyemprotan yang sempurna apabila penyemprotan dilakukan dengan ketinggian 3m dengan menggunakan persentase *nozzle holder* 75%.

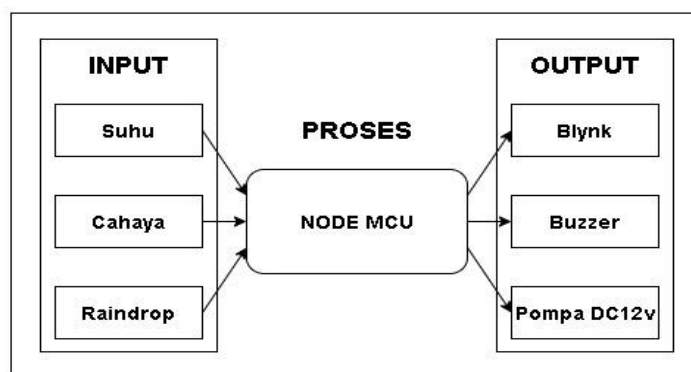
Saputra, Najmurokhman, dan Fakhri [17] mengimplementasikan algoritma sistem pakar yaitu *Fuzzy Inference System* sebagai pengendali pada sebuah sistem pengamatan yang dapat terhubung ke jaringan internet menggunakan konsep *Internet of Things* (IoT). Sistem dibangun dengan membuat sebuah *node* sensor dan *node* actuator yang dihubungkan ke jaringan internet. Node sensor sebagai perangkat yang menghimpun data dan algoritma sistem pakar *Fuzzy Inference System* tipe *Sugeno* menggunakan papan mikrokontroler Node MCU pertama dengan masukan berupa presentase kelembaban dan suhu dalam derajat celcius yang dianalogikan dengan potensiometer. Node actuator sebagai perangkat yang mengimplementasikan keputusan algoritma *Fuzzy Inference System* menggunakan papan mikrokontroler Node MCU kedua, menghasilkan nilai aktuasi untuk heater dan blower yang dianalogikan dengan motor DC. Skema Sistem tersebut diimplementasikan pada ruang pembudidayaan bidang peternakan atau pertaniansecara nirkabel dengan mengubah parameter dari tiap himpunan masukan dan keluaran pada algoritma. Percobaan yang dilakukan adalah menyimulasikan perhitungan algoritma menggunakan perangkat lunak MATLAB dan menggunakan mikrokontroler. Hasil dari penelitian menunjukkan keluaran yang identik. Hasil integrasi sistem ditampilkan dalam sebuah *cloud storage* *Antares* sehingga dapat diakses menggunakan web browser.

State of the art dalam makalah ini berupa model sistem penyemprotan pestisida otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) terkendali metode *fuzzy Tsukamoto* untuk mempermudah melakukan penyemprotan pestisida. Sebuah Pompa *diaphragm* DC menyedot cairan pestisida dari tangki penampungan pestisida. Pompa terhubung dengan *relay* sebagai saklar pengendali pemompa otomatis terkendali modul ESP 8266. Sensor suhu, cahaya, dan Raindrop merupakan variable *input* bagi metode *fuzzy Tsukamoto* dalam memprediksi keadaan cuaca yang tepat untuk melakukan penyemprotan.

3. Metodologi

3.1 Desain Penelitian

Gambar 1 menyajikan hubungan antar parameter-parameter dalam rancangan penelitian, yang terdiri atas parameter *Input*/pengendali (Suhu, Cahaya, dan *Raindrop*), proses (perangkat MCU), dan parameter *output*/terkendali (*Blynk*, *Buzzer*, dan Pompa DC).



Gambar 1. Skema Hubungan Parameter *Input*, proses dan Parameter *Output*

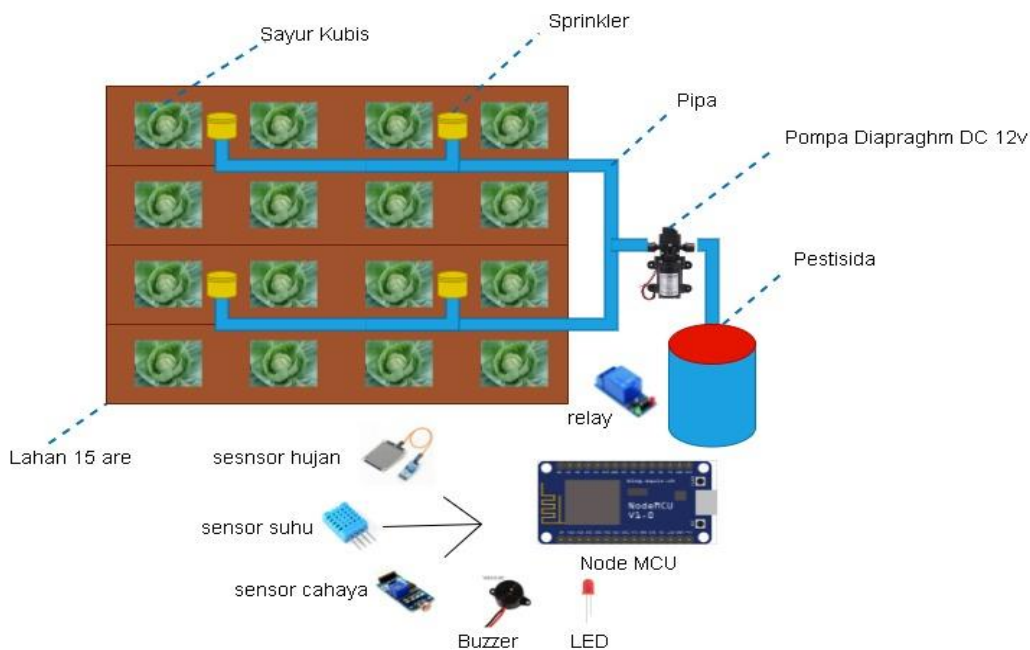
3.2 Desain Sistem

Konsep dalam sistem penyemprotan pestisida otomatis ini adalah terdapat beberapa peralatan serta sistem yang saling berhubungan, seperti disajikan pada Gambar 2. Desain dan prosedur kerja Alat yang dikembangkan pada Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pompa *diaphragm* DC yang akan menyedot cairan pestisida dari tangki penampungan pestisida. Dimana pompa akan dihubungkan dengan relay dimana relay ini sebagai

saklar untuk menghidupkan pompa yang akan digerakkan otomatis oleh modul ESP 8266 yang nantinya akan deprogram terlebih dahulu agar bisa menentukan kapan waktu penyemprotan yang tepat. Dan dengan menggunakan beberapa komponen sensor seperti sensor suhu, sensor cahaya, dan Raindrop yang merupakan variabel *input* bagi metode *fuzzy Tsukamoto* dalam memprediksi keadaan cuaca yang tepat untuk melakukan penyemprotan.

2. Jika mendeteksi adanya hujan maka alat otomatis akan tidak menyemprot pada saat waktu penyemprotan yang telah ditentukan begitu juga sebaliknya. Setelah melakukan deteksi hujan jika alat tidak mendeteksi tidak akan terjadinya hujan maka alat akan berjalan dan relay akan menghidupkan pompa dan pompa akan otomatis menyedot pestisida.
3. Dari pompa akan disalurkan ke jalur pipa-pipa yang telah dirangkai di beberapa jalur pada tanaman dan menuju ke *springkler*
4. Sprinkler yang nantinya akan menyemprotkan cairan pestisida.



Gambar 2. Desain Alat Yang Dikembangkan

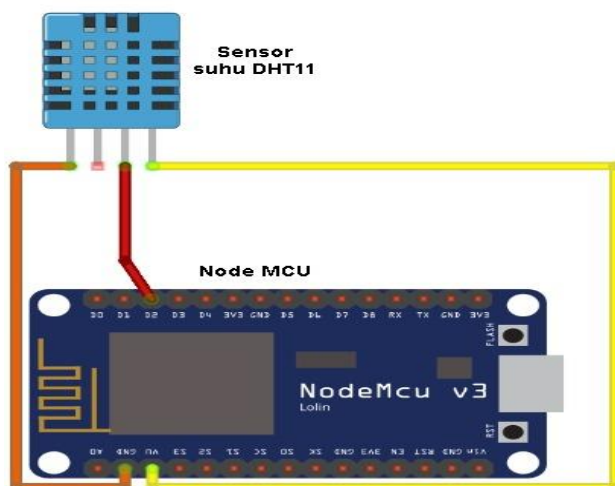
3.2 Desain Komponen

1) Perangkat Keras

Pada penelitian ini menggunakan tiga sensor, sensor suhu dan cahaya untuk memprediksi kemungkinan hujan dan sensor raindrop untuk mengetahui apakah sedang hujan atau tidak pada sistem penyemprotan pestisida otomatis yang akan dibuat. Setelah sensor membaca kondisi maka akan diterima oleh arduino dan outputnya akan mengatur hidup dan matinya pompa DC12v dengan melalui relay yang terhubung ke sumber listrik.

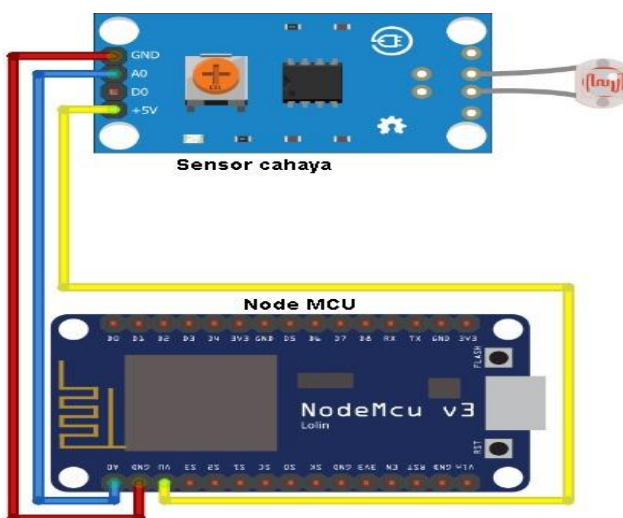
Spesifikasi komponen pendukung sistem penyemprotan pestisida otomatis terdiri atas: Sensor suhu DHT11, Sensor cahaya, *Raindrop* sensor, Relay 1 *channel*, Node MCU Esp8266, *Buzzer*.

Pada Gambar 3, agar sensor suhu DHT11 dapat berjalan, maka pin (+) atau VCC pada sensor suhu disambungkan dengan pin (5v) pada Node MCU dan pin (-) ke (GND) yang berfungsi untuk memberikan daya kepada sensor agar sensor dapat menyala. Kemudian pin (*out*) pada sensor DHT11 disambungkan pada pin (D2) pada Node MCU yang kemudian akan dibaca oleh mikrokontroler yang datanya siap di untuk di olah.

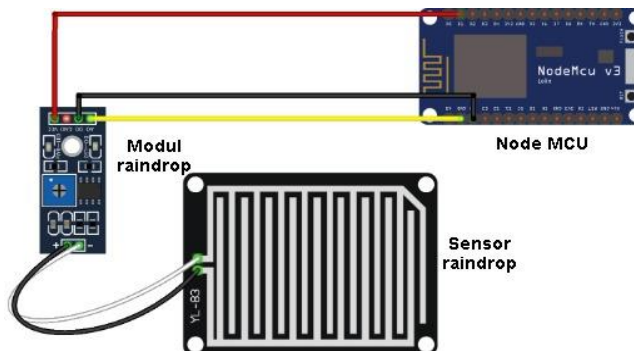


Gambar 3. Rangkaian Sensor Suhu DHT11

Sedikit mirip dengan rangkaian sensor suhu pada Gambar 2, agar sensor cahaya (Gambar 4) dapat berjalan, maka pin (+) atau VCC pada sensor cahaya disambungkan dengan pin (5v) pada Arduino dan pin (-) ke (GND) yang berfungsi untuk memberikan daya kepada sensor agar sensor dapat menyala. Kemudian pin (*out*) pada sensor cahaya disambungkan pada pin analog (A0) pada Arduino yang kemudian akan dibaca oleh mikrokontroler dan datanya siap di untuk di olah.



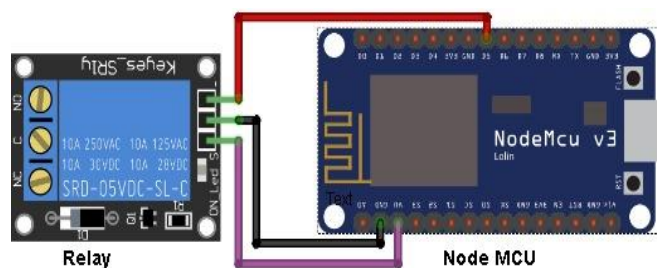
Gambar 4. Rangkaian Sensor Cahaya LDR



Gambar 5. Rangkaian Raindrop Sensor

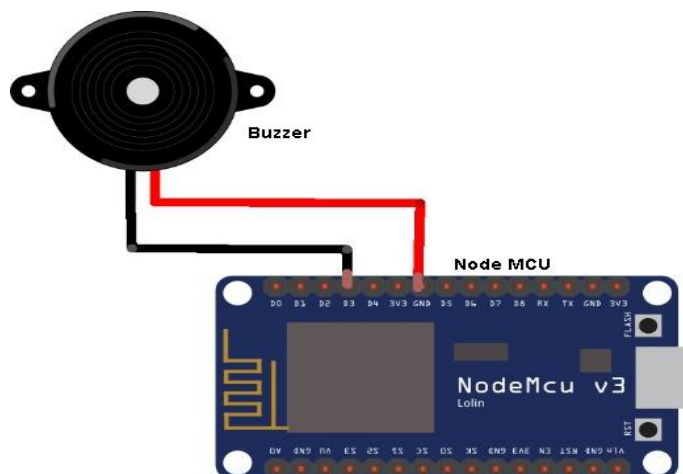
Agar raindrop sensor Gambar 5 dapat berjalan, maka pin (+) atau VCC pada sensor raindrop disambungkan dengan pin (5v) pada Node MCU dan pin (-) ke (GND) yang berfungsi untuk memberikan daya kepada sensor agar sensor dapat menyala. Kemudian pin (out) pada raindrop sensor disambungkan pada pin analog kebetulan saya sambungkan pada digital (D1) pada Node MCU kemudian akan dibaca oleh mikrokontroler yang datanya siap untuk di olah.

Rangkaian relay Gambar 6 disusun sedemikian rupa seperti gambar di atas, yang dimana pin (IN) dari relay disambungkan ke pin (D5) kemudian (GND) pada relay dihubungkan ke (GND) pada Node MCU dan (VCC) dihubungkan dengan pin (V5) pada Node MCU yang dimana relay menggunakan daya 5v.



Gambar 6. Rangkaian Relay

Rangkaian *buzzer* Gambar 7 sangat simple, dimana pin (IN) dari *buzzer* disambungkan ke pin (D3) kemudian (GND) pada *buzzer* dihubungkan ke (GND) pada Node MCU.



Gambar 7. Rangkaian Buzzer

2) Perangkat Lunak

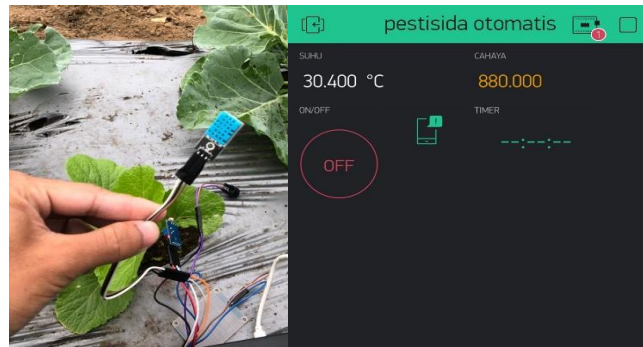
Software yang digunakan untuk memprogram Arduino agar dapat berjalan menggunakan *fuzzy Tsukamoto* adalah dengan menggunakan software Arduino IDE. Perancangan fuzzy dilakukan dengan membuat sebuah variabel *input fuzzy*, dan selanjutnya dengan merancang sebuah *membership function* untuk menentukan *rule fuzzy*. Membership dan *rule* yang dibuat Setiap variabel berbeda satu sama lainnya. Terdapat tiga membership yang yang dirancang untuk sensor suhu dan tiga membership untuk sensor cahaya.

4. Hasil dan Pembahasan

Desain sistem yang dikembangkan dapat diimplementasikan pada luas lahan 15 are, namun pada penelitian ini hanya diuji pada lahan seluas 3x3 meter.

4.1 Pengujian Sensor Suhu

Pada pengujian sensor suhu Gambar 8, terdapat tiga kondisi yang telah ditentukan dan di program terhadap sensor suhu yaitu dingin, sejuk, panas. Pengujian sensor suhu dilakukan sebanyak 10 kali, hasilnya disajikan pada Tabel 1.



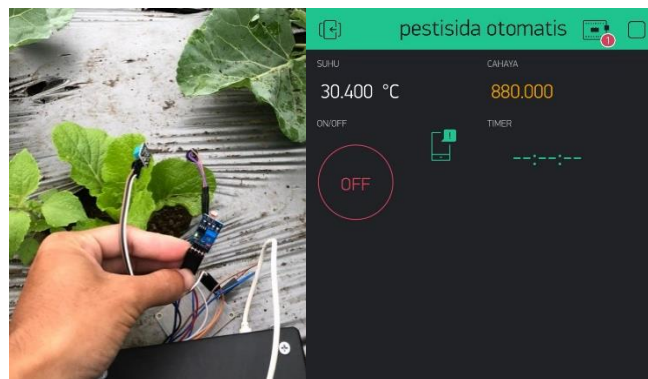
Gambar 8. Pengujian Sensor Suhu

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu

No.	Suhu pada sensor	Kondisi
1	25.60 °C	Sejuk
2	25.50 °C	Sejuk
3	25.40 °C	Sejuk
4	25.40 °C	Sejuk
5	25.20 °C	Sejuk
6	25.10 °C	Sejuk
7	25.00 °C	Sejuk
8	24.90 °C	Sejuk
9	24.70 °C	Sejuk
10	34.40 °C	Panas

4.2 Pengujian Sensor Cahaya

Pada pengujian sensor cahaya Gambar 9, terdapat tiga kondisi yang telah ditentukan dan di program terhadap sensor cahaya yaitu gelap, sedang, terang. Pengujian sensor cahaya dilakukan sebanyak 10 kali, hasilnya seperti disajikan pada Tabel 2.



Gambar 9. Pengujian Sensor Cahaya

Tabel 2. Pengujian Sensor Cahaya

No.	Intensitas Sensor Cahaya	Kondisi
1	233	Terang
2	233	Terang
3	195	Terang
4	1024	Gelap
5	150	Terang
6	136	Terang
7	144	Terang
8	137	Terang
9	1024	Gelap
10	880	Gelap

4.3 Uji *Raindrop* Sensor



Gambar 10. Pengujian Sensor Rindrop

Pengujian sensor *Raindrop* Gambar 10, dilakukan dengan mengisi sedikit air ke atas permukaan sensor. Hasil pengujian seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor *Raindrop*

No.	Intensitas air pada sensor	Kondisi
1	≥ 20	Sedang hujan
2	< 20	Tidak hujan

4.4 Uji Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Dalam tahap pengujian metode *fuzzy Tsukamoto*, peneliti melakukan 5 kali uji coba dan memperoleh hasil total *fuzzy* seperti Table 4. Dari 5 kali uji coba yang paling mendekati dan paling valid yaitu uji coba pada nomor 2 dan nomor 3.

Tabel 4. Pengujian metode *Fuzzy Tsukamoto*

No.	Suhu	Cahaya	Fuzzy (Node MCU)	Fuzzy (Manual)	Selisih
1	25,60 °C	233	109,27	109,26	0,01
2	25,50°C	233	107,48	107,48	0
3	25,40 °C	195	105,69	105,69	0
4	27,30 °C	1024	139,74	139,73	0,01
5	24,90 °C	1024	90,35	90,34	0,01

Setelah melakukan pengujian fungsional terhadap masing-masing modul pendukung (sensor suhu, sensor cahaya, sensor *Raindrop*, dan modul *Fuzzy*), selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara terintegrasi. Pengujian dilakukan pada beberapa situasi, yaitu pada kondisi cuaca sedang hujan, cerah, dan mendung. Dalam situasi alat mendeteksi adanya hujan maka alat otomatis akan tidak menyemprot pada saat waktu penyemprotan yang telah ditentukan. Begitu juga sebaliknya, saat alat mendeteksi cuaca cerah atau mendung pada waktu tertentu yang telah diprogram, alat akan bekerja, relay menghidupkan pompa dan pompa akan otomatis menyedot pestisida.

Hasil uji integrasi atas sensor-sensor sebagai variabel *input* dan buzzer, LED, serta *relay* dan pompa air sebagai parameter *output*, dapat bekerja sesuai *rule* program dalam mikrokontroler. Metode *fuzzy Tsukamoto* juga dapat mengendalikan waktu penyemprotan dengan baik walaupun masih belum mencapai tingkat ketepatan maksimal. Walaupun secara teknis desain alat penyemprot yang dikembangkan pada penelitian ini berbeda dengan konsep yang ditawarkan oleh penelitian [17] maupun penelitian [18], namun secara prinsip temuan pada penelitian ini mendukung hasil akhir dari percobaan kedua penelitian terdahulu tersebut, yaitu sistem penyemprotan tanaman berbasis teknologi IoT terkendali *Fuzzy* logik pada proyek pertanian/perkebunan dapat bekerja secara otomatis menyemprotkan pestisida atau zat lainnya pada tanaman (lahan pertanian) sesuai jadwal yang telah diprogramkan.

5. Simpulan

Perangkat sistem penyemprotan pestisida otomatis berbasis IoT terkendali mikrokontroler *Node MCU* dan metode *fuzzy Tsukamoto*, dapat digunakan untuk penyemprotan cairan pestisida secara otomatis pada lahan tanaman Kubis. Dengan menggunakan sensor suhu, sensor cahaya dan raindrop sensor sebagai variabel input dan *buzzer*, LED, relay dan pompa air sebagai output, rule yang diprogramkan pada mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan, dimana implementasi penyemprotan pestisida pada sayuran kubis telah berjalan dengan baik sesuai jadwal yang ditetapkan. Hasil pengujian metode *fuzzy Tsukamoto* juga sudah dapat bekerja dengan baik walaupun masih belum mencapai 100% tingkat kesempurnaannya. Untuk mendapatkan hasil kerja yang lebih presisi, rekomendasi masa mendatang berupa: penggunaan sensor yang lebih sensitif dan penambah beberapa *membership function* dan rule pada sistem fuzzy.

Daftar Referensi

- [1] L. Yuliana. "Uji Efektivitas Berbagai Konsentrasi Filtrat Daun Dan Biji Mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Mortalitas Larva Ulat Krop Kubis (*Crociodolomia Binotalis* Zell.) Secara In Vitro". *Tugas Akhir* pada Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Malang, 2014.
- [2] A.O. Prasiska, B. Rahmani. "Uji Kontrol Sistem Penerangan Bangunan Non IoT Berbasis Komunikasi Nirkabel Wi-Fi". *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 17, no. 2, pp. 27-36, 2021.
- [3] P.C. Hermawan. "Perancangan Miniatur Mesin Pengisian Air Otomatis Menggunakan Arduino Nano Berbasis Internet of Things (IoT)". *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1-14, 2020.
- [4] A. Alfith, R.A. Dirni. "Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Jarak Jauh Menggunakan Nodemcu Amica CP2102 Berbasis Mobile". *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 93-98, 2021.
- [5] A.P. Putra, R. Rulaningtyas & F.C.S. Arisgraha. "Pelatihan Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Air Tambak Berbasis Internet of Things (IoT) di SMK Perikanan dan Kelautan Kecamatan Puger Kabupaten Jember". *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, vol. 4, no. 4, pp. 82-87, 2021.
- [6] A. Ramadhan, H. Rachmat & D.S.E. Atmaja. "Perancangan Sistem Smart Fish Pond Berbasis IoT Untuk Pengendalian Kualitas Air Dengan Metode Waterfall". *eProceedings of Engineering*, vol. 8, no. 5, pp. 1-16, 2021.
- [7] R. Rahmaddi, R.N. Rohmah. "Sistem Keamanan dan Pengairan Ladang Pertanian Berbasis IOT". *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 21, no. 2, pp. 126-134, 2021.
- [8] A.N. Pramudhita, A. Muhsyi & M. Astiningrum. "Sistem Pelayanan Kesehatan Terpadu Berbasis IOT Pada Fasilitas Kesehatan". *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 8-16, 2018.
- [9] M.R. Ariwibowo, I. Ummah. "Systematic Literature Review: Penerapan IoT Pada Alat Pengukur Suhu Tubuh Berbasis Mikrokontroler Sebagai Langkah Pencegahan Covid-19". *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, pp. 29-41, 2022.
- [10] T. Darmanto, H. Krisma. "Implementasi Teknologi IOT Untuk Pengontrolan Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Android". *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, vol. 4, no. 1, pp. 1-12, 2019.
- [11] A. Asnil. "Pelatihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Internet of Thing untuk Meningkatkan Kompetensi Guru SMK". *Suluah Bendang: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 21, no. 3, pp. 331-340, 2021.
- [12] A. Hildayanti, M.S.R. Machrizzandi. "Sistem Rekayasa Internet Pada Implementasi Rumah Pintar Berbasis IoT". *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, vol. 6, no. 1, pp. 45-51, 2020.
- [13] R.E. Putri, A. Andasuryani. "Pengembangan Boom Sprayer Semi Otomatis Untuk Penyemprotan Tanaman Padi". *AGROTEKNOSE (Jurnal Teknologi dan Enjiniring Pertanian)*, vol. 9, no. 1, pp. 57-66, 2021.
- [14] D.A. Siregar, H. Hambali. "Alat Pembasmi Hama Tanaman Padi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Tegangan Kejut Listrik". *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 55-62, 2020.
- [15] R. Hidayat. "Rancang Bangun Prototype Drone Penyemprot Pestisida Untuk Pertanian

- Padi Secara Otomatis”. *Jurnal Tektro*, vol. 3, no. 2, pp. 86-93, 2019.
- [16] A. Yudhana, M. Wardani. “Rancang bangun penyemprot pestisida untuk pertanian padi berbasis quadcopter”. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 132-140, 2017.
- [17] D.I. Saputra, A. Najmurrokhman & Z. Fakhri. “Skema Implementasi Fuzzy Inference System tipe Sugeno Sebagai Algoritma Pengendali Pada Sistem Pengamatan Berbasis IoT”. *Prosiding Semnastek*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 16 Oktober 2019, 1-12, 2019.
- [18] A. F. H. Pinem, E. Susanto & P. D. Wibawa. “Wi-farming: Prototipe Penyemprot Tanaman Berbasis Wireless. *eProceedings of Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 4127-4134, 2016.