

Modifikasi Alat Penyiram Elektrik Berbasis Mikrokontroler

Modification of Microcontroller Based Electric Sprayers

Andi Muh. Saldan, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Email: andisaldan87@gmail.com

Ratnawaty Fadilah, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Email: ratnawatyfadilah@unm.ac.id

Jamaluddin, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Email: mamal_ptm@yahoo.co.id

Lahming, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Email: lahmingmaja@gmail.com

Khaidir Rahman, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Email: khaidir.rahman@unm.ac.id

Abstrak

Penelitian ini adalah penelitian modifikasi atau rekayasa yang bertujuan untuk memodifikasi alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler yang lebih efisien digunakan oleh petani dalam menyiram tanaman. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis data kuantitatif dengan statistik deskriptif, sehingga pengujian pada penelitian ini hanya terbatas pada uji alat. Dengan demikian maka data yang disajikan dalam penelitian ini adalah bentuk data rasio yang diperoleh dari hasil uji coba. Proses pembuatan alat terdiri dari 3 tahapan diantaranya pembuatan komponen mekanik, komponen sistem kontrol dan tahap finalisasi. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler yang dimodifikasi berfungsi dengan baik. Tangki *sprayer* yang berkapasitas 16 liter mampu dioperasikan dalam waktu 8 menit. Ketinggian semprotan sangat berpengaruh terhadap lebar kerja hasil semprotan. Selain ketinggian, besaran tekanan air yang dipengaruhi oleh volume air juga sangat berpengaruh terhadap lebar kerja hasil semprotan.

Kata Kunci: *sprayer*, mikrokontroler, semprotan.

Abstract

The study is a modified or engineered study aimed at modifying a microcontrolled electric sprayer that farmers more efficient use in watering plants. The data analysis techniques used in this study are quantitative data analysis techniques with descriptive statistics, so testing on this study is limited to tooltesting, so that the data presented in this study is a form of data ratio obtained from test results. The manufacture of tools consists of three stages: the manufacture of mechanical components, the components of the control system and the finalization. The work concluded that a modified microcontroller (sprayer) electric sprayer (sprayer) worked well. A 16-liter sprayer tank can run in 8 minutes. The altitude of the spray greatly affects the width of the spray work. Besides heights, the force of water influenced by the volume of water also has a profound effect on the width of the spray work.

Key words: *sprayer, microcontroller, spray.*

Pendahuluan

Kebutuhan akan bahan pangan selalu menjadi permasalahan yang terus-menerus dalam kehidupan. Kekurangan bahan pangan seolah sudah menjadi persoalan akrab dengan manusia. Kegiatan pertanian dalam hal ini budaya bercocok tanam merupakan kebudayaan manusia paling tua. Namun, seiring perkembangan peradaban manusia, budaya bercocok tanam mengalami perkembangan dan penggunaan berbagai sistem mulai dari sistem sederhana hingga sistem yang canggih. Berbagai teknologi budidaya dikembangkan guna mencapai produktivitas yang diinginkan. Teknik budidaya tanaman merupakan proses menghasilkan bahan pangan serta produk-produk agroindustri dengan memanfaatkan sumber daya tumbuhan. Cakupan obyek budidaya tanaman meliputi tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan (Hanum, 2008).

Teknik budidaya tanaman sangat penting dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Setiap tanaman memiliki teknik budidaya yang berbeda-beda. Teknik budidaya tanaman yang benar dan sesuai, dapat meningkatkan kualitas dan jumlah produksi tanaman. Namun sebaliknya, apabila teknik budidaya tanaman yang dilakukan tidak sesuai dengan karakteristik dari tanaman, maka tanaman tersebut mengalami kerusakan atau bahkan bisa menjadi mati. Kondisi seperti ini diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik tanaman terlebih dahulu sebelum dilakukan pembudidayaan.

Peningkatan produksi tanaman sering kali dihadapkan pada adanya gangguan hama dan penyakit. Kerugian besar bahkan gagal panen dapat terjadi ketika gangguan tersebut

tidak dapat diatasi dengan baik (Rizal *et al.*, 2016). Untuk mengatasi hal tersebut, masyarakat pada umumnya melakukan pemupukan secara berkala dengan menebar pupuk secara konvensional. Namun, seiring berkembangnya zaman cara ini mulai ditinggalkan karena dinilai tidak efisien, sehingga masyarakat beralih menggunakan alat penyiram (*sprayer*).

Sprayer merupakan alat yang berfungsi untuk memecah suatu cairan, larutan atau suspensi menjadi butiran cairan atau *spray*. *Sprayer* atau yang biasa disebut pompa pada kalangan masyarakat menjadi suatu hal yang wajib dimiliki petani dalam melakukan pemeliharaan di lahan pertanian. *Sprayer* biasanya digunakan pada saat proses penyemprotan pestisida untuk mencegah hama dan penyakit pada tumbuhan dan penyemprotan pupuk cair pada tanaman (Rahman *et al.*, 2014).

Knapsack sprayer adalah alat penyemprot punggung dan merupakan jenis *sprayer* yang sering digunakan, kelemahan dari *knapsack sprayer* apabila larutan ingin dikeluarkan dari tangki, diperlukan tenaga pompa yang dihasilkan oleh gerakan tangan naik-turun untuk memompa, tekanan airnya tidak stabil, serta membutuhkan waktu yang lama pada saat pengoperasiannya.

Seiring perkembangan zaman, perkembangan teknologi juga sangat pesat. Segala kegiatan atau pekerjaan yang dilakukan oleh manusia dapat dengan mudah dikerjakan karena adanya teknologi. Perkembangan teknologi dalam bidang pertanian merupakan salah satu bentuk dari adanya tuntutan perkembangan zaman dalam menunjang peningkatan hasil produktivitas. Selain itu, kemajuan teknologi juga

berdampak pada kegiatan produksi yang dapat mengefisiensi waktu, tenaga, dan biaya. Sistem otomatisasi merupakan teknologi yang banyak digunakan di era sekarang, termasuk dalam bidang pertanian. Penggunaan sistem otomatisasi pada bidang pertanian dapat meningkatkan produktivitas pertanian.

Di era revolusi industri 4.0 ini, salah satu bentuk dari pengembangan *sprayer* yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat *sprayer* yang berbasis pengembangan teknologi tetapi tetap mudah dioperasikan oleh petani. Bentuk pengembangan *sprayer* yang dapat dilakukan dengan menambahkan sistem kontrol menggunakan mikrokontroler *arduino nano* yang dihubungkan dengan pompa *sprayer*, hal ini bertujuan untuk mengotomatisasi *sprayer*. Dengan demikian petani dapat lebih mudah mengoperasikan *sprayer*. Selain itu, petani juga dapat memangkas waktu kerja karena *sprayer* yang dikembangkan menggunakan dua penyemprot.

Pengembangan *sprayer* ini dibuat menggunakan alat dan bahan yang mudah ditemukan, seperti tangki *sprayer* berkapasitas 16 l, pompa pengabut, dan lain-lain. Ada banyak penelitian tentang *sprayer* namun biaya pengoperasian dan perawatannya mahal, selain dari itu modifikasi *sprayer* pada penelitian sebelumnya masih belum menggunakan sistem otomatisasi secara menyeluruh, dan hanya menggunakan sistem semi otomatis (Rahman *et al.*, 2014). Oleh karena itu penerapan *sprayer* berbasis mikrokontroler dengan biaya yang murah, efisien dan pengoperasian yang mudah perlu diadakan.

Sistem otomatisasi pada bidang pertanian sangat membantu pekerjaan petani.

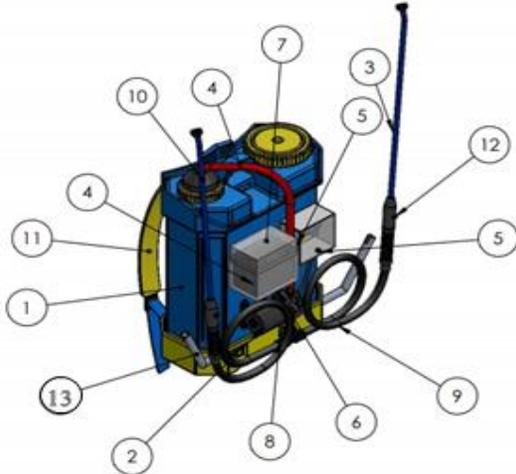
Selain menghemat tenaga juga dapat menghemat waktu, sehingga pekerjaan petani dapat dilakukan dengan lebih efisien dan efektif, selain itu juga dapat meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, penulis merekayasa alat penyiram (*sprayer*) berbasis mikrokontroler untuk memudahkan petani dalam menyiram tanaman dan efisien terhadap penggunaan biaya, tenaga, dan waktu. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah memodifikasi alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler yang lebih efisien dalam menyiram tanaman serta untuk mengetahui kinerja alat hasil modifikasi alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler.

Metode Penelitian

Bentuk penelitian ini adalah penelitian modifikasi atau rekayasa. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan produktivitas petani. Dalam Penelitian ini dilakukan perhitungan efisiensi kerja lapang untuk mengetahui kinerja *sprayer* hasil modifikasi.

Gambar Desain Produk

Alat ini terbuat dari tangki *sprayer* yang berfungsi sebagai penampung air, pompa pengabut yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan air, 2 sensor LDR yang berfungsi sebagai pengganti keran penyemprot dan 2 *nozzle* yang berfungsi sebagai penyiram. Alat ini juga memiliki *control box* yang didalamnya terdapat mikrokontroler *arduino nano* sebagai pusat perintah, dan terdapat *button* yang berfungsi sebagai menu *setting* antara mode otomatis dan mode manual. Gambar desain teknologi yang dikembangkan ditampilkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Desain produk

Keterangan:

- (1) Tangki *sprayer*
- (2) Pompa pengabut
- (3) Pipa penyalur
- (4) Selang *in*
- (5) *Box* kontrol
- (6) *Box* aki
- (7) Tutup *box* aki
- (8) *Pneumatic*
- (9) Selang *out*
- (10) *Cup*
- (11) *Backpack*
- (12) Sensor LDR
- (13) Besi penyangga.

Prosedur Rancang Bangun

Desain produk dibuat berdasarkan kriteria perancangan. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan alat penyiram elektrik berbasis mikrokontroler. Adapun kriteria rancangan alat penyiram ini adalah menggunakan dua pompa pengabut, dua *nozzle* dan menggunakan sensor LDR sebagai pengganti keran penyemprot, serta menggunakan *push button* sebagai *menu setting* mode, antara mode manual dan otomatis. Mode manual digunakan pada tanaman yang memiliki jarak tanam yang

lebar, seperti tanaman merica, dan lain-lain. Sedangkan mode otomatis digunakan pada tanaman yang memiliki jarak tanam yang berdekatan, misalnya tanaman padi dan lain-lain. Pembuatan gambar desain alat dibuat menggunakan *software Solidwork 2014*.

Prosedur Pengujian Alat

Adapun prosedur uji coba yang dilakukan diuraikan sebagai berikut.

Cara pengujian

Pengujian alat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Mengoperasikan alat penyiram berbasis mikrokontroler pada lahan pertanian.
- c. Pengujian dilakukan dengan melakukan penyiraman sebanyak 3 kali, yaitu 1 kali untuk 1 tangki pada luas lahan yang telah ditentukan.

Menguji Fungsional Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui penyemprotan efektif. Dalam menghitung penyemprotan efektif, dibutuhkan beberapa pendekatan sebagai berikut.

- a. Efisiensi kerja lapang

Efisiensi kerja lapang merupakan perbandingan antara kapasitas lapang efektif (KLE) dengan kapasitas lapang teoritis (KLT) yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Rahman *et al.*, 2014):

$$KLE = \frac{L}{WK} \quad (1)$$

$$KLT = 0.36 (v \times l) \quad (2)$$

$$Eff = \left(\frac{KLT}{KLE} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

Eff = efisiensi lapang (%)

KLE = kapasitas lapang efektif (ha/jam)
 KLT = kapasitas lapang teoritis (ha/jam)
 L = luas lahan (ha)
 l = lebar semprotan (m)
 v = kecepatan rata-rata (m/detik)
 WK = waktu kerja (jam).

b. Hubungan ketinggian semprotan dengan luas kerja

Hubungan ketinggian semprotan dengan luas kerja dapat diukur dengan cara sebagai berikut:

- 1) Meletakkan *sprayer* pada ketinggian tertentu (150, 155, dan 160 cm) sebagai aparatus percobaan.
- 2) Parameter tinggi semprotan menggunakan ukuran tinggi bahu rata-rata pria dewasa yang akan mengoperasikan *sprayer* tersebut.
- 3) Berjalan pada bidang kering agar area yang terkena semprotan tercetak bekas penyemprotan.
- 4) Mengoperasikan *sprayer*, pengoperasian ini hanya dilakukan untuk memperoleh diameter luas kerja semprotan sehingga tidak perlu dilakukan terlalu lama atau berkisar 5-10 detik sampai terdapat bekas semprotan.
- 5) Mengukur diameter semprotan yang tercetak pada bidang kering bekas penyemprotan menggunakan meteran.
- 6) Mengulangi proses tersebut sebanyak 3 kali ulangan.

c. Debit penyemprotan

Debit penyemprotan dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Jalaluddin *et al.*, 2019):

$$Q = \frac{v}{t} \quad (4)$$

Keterangan:

Q = debit penyemprotan (cm³/s)

t = waktu (s)
 v = volume air yang keluar (cm³).

Volume air yang keluar (v) dapat ditentukan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut (Atikah, 2009):

$$v = \frac{V_o - V_t}{t} \quad (5)$$

Keterangan:

v = volume air yang keluar (cm³)
 V_o = volume awal (cm³)
 V_t = volume akhir (cm³)
 t = waktu (s).

d. Hubungan tekanan air dengan luas kerja

Hubungan antara tekanan air dengan luas kerja dapat diukur dengan cara sebagai berikut:

- 1) Meletakkan *sprayer* pada ketinggian tertentu (100 cm) secara tetap.
- 2) Berjalan pada bidang kering agar area yang terkena semprotan tercetak bekas penyemprotan.
- 3) Mengoperasikan *sprayer*, memasang alat manometer pada salah satu ujung *nozzle*.
- 4) Mengukur lebar kerja *sprayer* yang terdapat pada bidang kering yang terkena semprotan setiap terjadi perubahan tekanan.
- 5) Mengulangi proses tersebut sebanyak 3 kali ulangan.

Luas semprotan (A) dapat ditentukan menggunakan pendekatan sebagai berikut (Purwadi *et al.*, 2014):

$$A = a \times b \times \pi \quad (6)$$

Keterangan:

A = luas Semprotan (cm²)
 a = jari-jari mayor (cm)
 b = jari-jari minor (cm).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis data

kuantitatif dengan statistik deskriptif. Pengujian pada penelitian ini hanya terbatas pada uji alat, sehingga data yang disajikan dalam penelitian ini adalah bentuk data rasio yang diperoleh dari hasil uji coba. Data yang diperoleh dibandingkan dengan kinerja alat yang kemudian akan menjadi acuan dalam membuat deskripsi mengenai hubungan antara ketinggian semprotan dengan luas kerja alat, serta hubungan antara tekanan semprotan dengan kerja semprotan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Perancangan Alat

Modifikasi alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler telah dibuat berdasarkan desain gambar produk yang telah direncanakan. Dari desain gambar tersebut, dibuat tiap-tiap komponen utama dari alat kemudian dirakit menjadi satu kesatuan sesuai dengan desain alat yang ingin dibuat. Proses pembuatan alat terdiri dari 3 tahapan diantaranya pembuatan komponen mekanik, komponen sistem kontrol, dan tahap finalisasi pada alat sehingga alat yang sudah didesain dapat terbentuk.

Pembuatan Komponen Mekanik

Komponen mekanik dari alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler terdiri dari beberapa tahapan pembuatan yang diuraikan sebagai berikut.

a. Pembuatan dudukan penyangga gagang *sprayer*

Proses pembuatan dudukan penyangga gagang *sprayer* dimulai dari proses pemotongan pipa besi, untuk dipasang pada wadah *sprayer*. Proses pemotongan pipa besi menggunakan gurinda sebagai alat pemotong. Pipa besi dipotong berdasarkan ukuran yang

telah dibuat, hal ini dilakukan agar potongan presisi dan pipa besi tersebut seimbang ketika dipasang pada wadah *sprayer*. Jumlah potongan pipa besi terdiri dari 2 buah, dan berdiameter 1,5 cm. Masing-masing potongan pipa besi berukuran 34 cm, kemudian dibengkokkan 135° . Sudut yang digunakan 135° karena sudut tersebut merupakan sudut ideal untuk penyemprotan dan merupakan sudut dengan area semprotan yang luas (Prabaningrum, 2017). Dudukan penyangga gagang *sprayer* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. penyangga gagang *sprayer*

Sebelum besi dibengkokkan, besi terlebih dahulu dipotong menggunakan gurinda pada bagian tengah membentuk sudut 45° . Besi kemudian dibengkokkan menggunakan tangan dengan cara menarik kedua sisi besi. Kemudian besi dilas pada bagian besi yang sudah dibengkokkan untuk memperkuat struktur. Setelah dibengkokkan kedua potongan besi tersebut dipasang pada bagian wadah *sprayer* yang telah dilubangi menggunakan bor yang berdiameter 2 cm dan diklem menggunakan sekrup agar pipa besi tersebut tetap seimbang dan tidak goyang. Kemudian ujung pipa besi dipotong berbentuk huruf U yang berfungsi untuk melekatkan selang sambungan ke *nozzle*.

b. Pembuatan dudukan pompa

Dudukan pompa terbuat dari akrilik yang memiliki ketebalan 3 mm. Akrilik

tersebut dipotong berbentuk persegi panjang yang memiliki ukuran 15,5 cm x 9,5 cm, setelah itu akrilik tersebut dipotong lagi sehingga berbentuk perpaduan antara persegi dan persegi panjang. Gambar dudukan pompa dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Dudukan pompa

Akrilik selanjutnya dilubangi menggunakan bor di beberapa sisi, guna sebagai tempat untuk melekatkan baut yang berfungsi untuk menyatukan pompa dan dudukan. Baut yang digunakan berukuran 3 mm dan memiliki tinggi 2 cm. Setelah itu dudukan pompa tersebut dilekatkan pada wadah *sprayer* menggunakan lem korea dan lem lilin.

c. Pembuatan *box* kontrol dan *box* akumulator

Pembuatan *box* kontrol menggunakan bahan akrilik yang memiliki ketebalan 3 mm. *Box* kontrol berfungsi sebagai tempat sistem rangkaian mikrokontroler alat. Selain itu *box* ini juga berfungsi sebagai pelindung sistem rangkaian mikrokontroler dari panas matahari dan hujan. Sistem rangkaian dalam *box* ini dipasang menggunakan *spacer*. Ukuran yang digunakan pada *box* kontrol ini adalah 13,5 cm x 11,2 cm x 5 cm.

Box kontrol dipasang pada bagian rangka utama. Dengan demikian sistem rangkaian mikrokontroler ini menjadi terhubung langsung dengan sistem minimum, dan dengan mudah menjalankan alat sesuai dengan perintah yang telah diprogram pada

bahasa pemrograman yang telah dimasukkan pada sistem mikrokontroler. Gambar *box* kontrol dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. *Box* kontrol

Selain *box* kontrol yang terdapat pada rangka utama, juga terdapat *box* akumulator yang berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan akumulator. Berbeda dengan *box* kontrol sistem rangkaian mikrokontroler yang terbuat dari bahan akrilik, *box* akumulator dibuat dengan menggunakan *printer* 3D yang memiliki ketebalan 2 mm. Gambar *box* akumulator dapat dilihat pada Gambar 5.



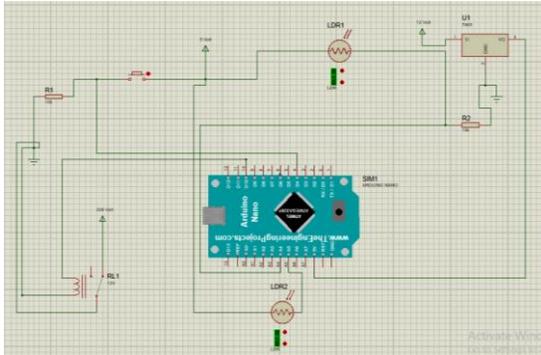
Gambar 5. *Box* akumulator

Box akumulator memiliki ukuran 11,5 cm x 12 cm x 7,5 cm. Hal tersebut dikarenakan untuk menyesuaikan ukuran aki yang digunakan. Kemudian pada tutup *box* akumulator tersebut terdapat lubang berukuran 1 cm sebagai tempat untuk mengeluarkan *jack adaptor*.

d. Pembuatan sistem kontrol

Sistem kontrol pada penelitian ini merupakan sistem utama dalam pengaplikasian alat, dan sistem kontrol

merupakan otak dari alat ini. Pembuatan sistem kontrol dimulai dari pembuatan desain gambar 2D rangkaian jalur sistem minimum, hingga pemrograman untuk memasukkan bahasa program pada sistem kontrol. Desain rangkaian jalur sistem minimum ditampilkan pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Desain sistem minimum menggunakan aplikasi proteus 8

e. Tahap finalisasi

Tahap finalisasi adalah tahap perangkaian atau pemasangan semua komponen. Mulai dari komponen mekanik terdiri dari penyangga besi selang, dudukan pompa, box kontrol dan box akumulasi, dirangkai menjadi satu dan komponen sistem kontrol yaitu pemasangan papan PCB, modul (*arduino nano*, *relay 1 channel*, *step down*, sensor LDR dan lain lain), serta pemrograman alat sesuai letak fungsional dan strukturalnya.

Proses ini berfungsi melihat komponen yang masih kurang untuk dilengkapi dan dilanjutkan pada uji coba alat. Berikut gambar produk yang telah dirangkai ditunjukkan pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Produk

Pembahasan

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui apakah alat berfungsi sesuai dengan kriteria rancangan. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan pengecekan dan penyetelan terhadap komponen yang telah dibuat. Pengecekan ini bertujuan untuk menghindari adanya kesalahan dalam pemasangan dari rancangan atau pada saat dilakukan uji coba alat. Pengujian dilakukan pada penelitian ini secara garis besar untuk mengetahui kapasitas kerja *sprayer* hasil modifikasi.

Kapasitas kerja dari hasil modifikasi *sprayer* elektrik berbasis mikrokontroler dengan volume tangki sebesar 16 liter mampu bekerja dalam waktu 8 menit. Hasil ini diperoleh saat melakukan pengambilan data dengan mengoperasikan *sprayer* dan menghitung waktu yang dibutuhkan dengan menggunakan *stopwatch*.

Untuk mengetahui efisiensi kerja lapang pada pengujian ini, dilakukan perhitungan efisiensi dengan melakukan perbandingan antara kapasitas lapang teoritis (KLT) dan kapasitas lapang efektif (KLE). Sebelum melakukan perhitungan maka terlebih dahulu dilakukan pengukuran lahan pengujian. Ukuran lahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah 21 m x 13 m, yang

kemudian dikonversi ke hektar menjadi 0,273 ha. Waktu kerja adalah 0,13 jam, didapat dari 8 menit yang dikonversi ke jam. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan persamaan kapasitas lapang efektif. Kapasitas lapang efektif dalam pengujian *sprayer* ini adalah 2,1 ha/jam.

Kapasitas lapang teoritis adalah persentase kerja yang diperoleh suatu alat atau mesin dalam waktu/jam pada saat pengoperasian alat di lahan. Dari hasil pengujian alat, diperoleh data kecepatan jalan 1,4 m/s dan lebar semprotan 3,4 meter. Maka diperoleh perhitungan kapasitas lapang teoritis pada pengujian ini sebesar 1,7 ha/jam.

Efisiensi kerja lapang pada pengujian ini diperoleh dengan perbandingan antara KLE dan KLT. Efisiensi kerja lapang pada pengujian ini adalah 80% sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rahman *et al.* (2014) pada modifikasi nosel *sprayer* menghasilkan efisiensi kerja lapang sebesar 74%. Hal ini dipengaruhi oleh waktu kerja yang relatif lebih cepat serta area semprotan dua kali lebih luas dibandingkan menggunakan *sprayer* manual.

Hubungan ketinggian dan luas kerja semprotan merupakan salah satu indikator dalam pengujian *sprayer*. Data hasil pengujian hubungan antara ketinggian dan luas kerja semprotan ditampilkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hubungan ketinggian dan luas kerja semprotan

Percobaan	Ukuran ketinggian (cm)	Luas kerja semprotan (cm ²)
1	150	753
2	155	790
3	160	720

Dari Tabel 1 diperoleh hubungan antara ketinggian semprotan dan luas kerja semprotan, bahwa ketinggian semprotan mempengaruhi luas kerja semprotan. Dapat dilihat pada percobaan pertama dan kedua menunjukkan bahwa semakin tinggi semprotan maka semakin luas pula luas kerja semprotan. Namun tidak dengan percobaan ketiga yang menggunakan ketinggian 160 cm dan merupakan percobaan tertinggi pada penelitian ini.

Dari data yang dihasilkan menunjukkan bahwa luas kerja semprotannya mengecil. Hal ini disebabkan oleh perbedaan panjang dan lebar semprotan pada ketinggian-ketinggian yang telah ditentukan, dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi posisi *nozzle* maka semakin panjang area semprotan dan lebar semprotan semakin menyusut. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu bentuk *nozzle* dan hembusan angin pada saat penyemprotan. Ketinggian 155 cm merupakan tinggi efektif yang diperoleh pada saat pengujian, karena data yang diperoleh memiliki luas kerja yang paling besar.

Selain ketinggian semprotan, hubungan antara tekanan dan luas kerja semprotan juga merupakan indikator pengujian pada penelitian ini. Tabel 2 merupakan tabel data hasil pengujian *sprayer* antara hubungan tekanan dan luas kerja semprotan.

Tabel 2. Hubungan tekanan dan luas kerja semprotan

Volume air dalam tangki (liter)	Tekanan air (Psi)	Luas kerja semprotan (cm ²)
0-4	0-10	42
4-10	10-18	232
10-16	18-30	490

Dari Tabel 2 diperoleh hubungan antara tekanan air dan luas kerja semprotan, bahwa tekanan air sangat mempengaruhi luas kerja semprotan. Dapat dilihat pada pengujian yang dilakukan, semakin tinggi volume air dalam tangki maka semakin tinggi pula tekanan air yang dihasilkan dan berbanding lurus dengan luas kerja semprotan yang juga semakin luas. Sebaliknya, semakin rendah volume air dalam tangki maka tekanan juga akan semakin menurun begitu pula dengan luas kerja semprotan yang semakin mengecil.

Hal ini sesuai dengan hukum tekanan hidrostatik, yaitu tekanan hidrostatik merupakan tekanan yang diberikan oleh air ke semua arah pada suatu benda akibat adanya gaya gravitasi. Tekanan hidrostatik akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman yang diukur dari permukaan zat cair. Hal yang perlu diperhatikan dalam tekanan hidrostatik adalah massa jenis suatu zat cair yang mengenai suatu benda tersebut akibat adanya gaya gravitasi, berat partikel air akan menekan partikel di bawahnya, kemudian partikel-partikel air yang ada di bawah akan saling menekan hingga ke dasar air sehingga tekanan di bawah akan lebih besar dari tekanan di atas. Sehingga semakin banyak volume air maka tekanan akan semakin kuat (Safitri, 2013). Dengan demikian diperoleh bahwa hubungan antara volume air dan tekanan airnya sangat mempengaruhi luas kerja semprotan.

Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian pada modifikasi alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Mekanisme perancangan modifikasi alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis

mikrokontroler terdiri dari dua tahapan. Tahap pertama, komponen mekanik meliputi pembuatan besi penyangga selang, pembuatan dudukan pompa dan pembuatan box *control* dan box akumulator. Tahap kedua, komponen sistem kontrol meliputi pembuatan jalur rangkaian, pemasangan komponen dan pengimputan bahasa program pada sistem kontrol.

2. Alat penyiram (*sprayer*) elektrik berbasis mikrokontroler yang dimodifikasi berfungsi dengan baik. Tangki *sprayer* yang berkapasitas 16 liter mampu dioperasikan dalam waktu 8 menit. Dari hasil pengujian yang dilakukan, efisiensi lapang yang diperoleh adalah sebesar 80% dan ketinggian semprotan sangat berpengaruh terhadap lebar kerja hasil semprotan. Selain ketinggian, besaran tekanan air yang dipengaruhi oleh volume air juga sangat berpengaruh terhadap lebar kerja hasil semprotan.

Daftar Pustaka

- Atikah. 2009. *Ilmu Pengetahuan Alam 2*. Surabaya: Amanah Pustaka
- Hanum, C. 2008. *Teknik Budidaya Tanaman Jilid 1*. Jakarta: Buku Sekolah Elektronik.
- Jalaluddin, J., Akmal, S., Nasrul, Z. A., dan Ishak, I. 2019. Analisis profil aliran fluida cair dan pressure drop pada pipa L menggunakan metode simulasi computational fluid dynamic. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 8(2).
- Purwadi., Sunarto, F., dan Muttaqin, A. 2014. Aplikasi mobile zappeline sebagai media teknologi modifikasi cuaca (TMC) dan penipisan polutan udara (ASAP). *Jurnal Sains dan Teknologi Cuaca*. 15(2).
- Prabaningrum, L. 2017. *Pengaruh Arah Pergerakan Nozzle Dalam*

- Penyemprotan Pestisida Terhadap Liputan dan Distribusi Butiran Semprot dan Efikasi Pestisida pada Tanaman Kentang*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran: Bandung Barat.
- Rahman, M. N., dan Yamin, Mad. 2014. Modifikasi nosel pada sistem penyemprotan untuk pengendalian gulma menggunakan sprayer gendong elektrik. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 2(1).
- Rizal, M., Subrata, I. D. M., dan Setiawan, A. 2016. Desain dan pengujian prototype sistem control mesin sprayer dosis variabel untuk aplikasi penyemprotan pertanian presisi. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 4(2).
- Safitri, I. 2013. *Perangkat Pembelajaran Fluida Statik dan Dinamik Berupa Power point, Video dan Modul Eksperimen*. Tesis. Institut Teknologi Bandung. Bandung.