

Uji Efisiensi Lapangan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* Berbasis *Quadcopter* Kapasitas 10 Liter dalam Pemupukan Tanaman Padi

Field Efficiency Test Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based On 10 L Capacity Quadcopter in Rice Fertilization

Khaidir Rahman, Universitas Negeri Makassar, email : khaidir.rahman@unm.ac.id

Erv Novitasari, Universitas Negeri Makassar, email : ervi.novitasari@unm.ac.id

Nunik Lestari, Universitas Negeri Makassar, email : nunik.lestari@unm.ac.id

Abstrak

Perkembangan sistem kontrol dan robotika dalam sektor pertanian sudah menjadi ciri khas dalam era revolusi industri 4.0, termasuk dalam hal ini penerapannya dalam pemupukan tanaman padi. Penyemprotan dengan pesawat tanpa awak atau *unmanned aerial vehicle (UAV)* berbasis drone menjadi salah satu kunci untuk memaksimalkan proses pemupukan tanaman untuk mencapai hasil produksi yang meningkat. Desain *UAV* memiliki kapasitas penampungan 10L dengan 4 lubang *nozzle* yang beroperasi secara bersamaan dan otomatis. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk melakukan uji efisiensi lapangan pada *UAV* yang telah dikembangkan dengan membandingkan antara kapasitas lapangan efektif (KLE) dan kapasitas lapangan teoritis (KLT). Jenis penelitian ini yaitu penelitian rekayasa dan data yang dihasilkan adalah data kuantitatif dan dianalisis secara deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hasil kapasitas lapangan teoritis (KLT) 2,29 ha/jam, waktu kerja 0,15 jam dari luas lahan 3000 m² kapasitas lapangan efektif (KLE) 2,03 ha/jam, dan efisiensi lapangan sebesar 88,60%.

Kata kunci : *UAV*, pemupukan, padi, efektif, efisien.

Abstract

Development of control systems and robotics in the agricultural sector has become a hallmark in the era of the industrial revolution 4.0, including in this case its application in fertilizing rice plants. Spraying with a drone-based unmanned aerial vehicle (UAV) is one of the keys to maximizing the process of fertilizing plants to achieve increased production yields. The UAV design has a storage capacity of 10L with 4 nozzle holes that operate simultaneously and automatically. The purpose of this study is to test the field efficiency on the UAV that has been developed by comparing the effective field capacity (KLE) and the theoretical field capacity (TLC). This type of research is engineering research and the resulting data is quantitative data and analyzed descriptively. Based on the results of the study, the theoretical field capacity (TLC) was 2.29 ha/hour, working time was 0.15 hours from a land area of 3000 m², the effective field capacity (KLE) was 2.03 ha/hour, and the field efficiency was 88.60 %.

Keywords: *UAV, fertilization, rice, effective, efficient*

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di era revolusi industri 4.0 sudah memasuki era dimana sistem kontrol dan robotika sudah masuk pada setiap sektor, termasuk bidang

pertanian. Perkembangan tersebut menjadi sebuah tantangan kepada setiap sumberdaya manusia (SDM) untuk dapat menyesuaikan sesuai dengan bidangnya masing-masing. Perkembangan menjadi stimulus bagi SDM agar tetap dapat hadir ditengah persaingan kerja yang semakin ketat karena pekerjaan

manusia sudah banyak digantikan oleh sebuah peralatan mekanik yang terkontrol. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Syam, et al., (2020) yang menyatakan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan di era digital harus dapat diimbangi dengan kemampuan SDM yang turut harus meningkat, selain itu pengetahuan terkait pemanfaatan teknologi secara bijak juga harus ditekankan. SDM yang bekerja pada setiap bidang harus mampu menempatkan dirinya dan melihat peluang kerja yang tidak sepenuhnya dapat disubstitusi oleh peralatan mekanik, sehingga SDM dan peralatan mekanik dapat bekerja secara berdampingan. Menurut Prasetyo dan Trisyanti (2018) kunci di era revolusi industri 4.0 adalah SDM harus dikembangkan dari sisi humaniora untuk meminimalisir dampak negatif dari perkembangan teknologi.

Penerapan sistem kontrol dalam bidang pertanian merupakan bentuk dari aplikasi *artificial intelligence* yang merupakan kemajuan dari revolusi industri 4.0. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Tjandrawina (2016) yang menyatakan bahwa karakteristik dari era revolusi industri 4.0 yaitu penerapan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) pada berbagai sektor, baik pemerintahan, pendidikan, kesehatan, perindustrian dan pertanian. Secara sederhana tantangan dalam era revolusi industri 4.0 menurut Irianto (2017) diantaranya tenaga kerja terpercaya, kesiapan industri, diversifikasi dan penciptaan lapangan kerja, serta kemudahan pengaturan sosial budaya. Tantangan tersebut harus dapat diselesaikan secara bijak dan terstruktur agar tidak menimbulkan masalah baru dalam penyiapan dunia kerja.

Perkembangan sistem kontrol dalam bidang pertanian selalu mendapat dukungan

dari pemerintah dalam rangka peningkatan swasembada pangan, utamanya untuk tanaman padi, hal tersebut sesuai pendapat Hayati, et al., (2017) yang menyatakan Pembangunan pertanian di Indonesia diarahkan agar dapat meningkatkan hasil produksi pertanian guna pemenuhan kebutuhan pangan dalam negeri, memperluas kesempatan kerja, peningkatan ekspor dan pendapatan petani, serta mendorong pemerataan. Sebagai langkah untuk mencapai swasembada pangan dengan maksimal, maka salah satu langkah yang dapat dilakukan yaitu dengan memperbaiki aspek produksi, mulai dari bibit, penanaman, lahan, pemeliharaan, pemanenan sampai dengan pascapanen.

Tahap pemeliharaan tanaman merupakan tahap yang memiliki peranan paling penting dalam budidaya tanaman padi, salah satunya adalah kegiatan penyemprotan pupuk. Menurut Umawaitina, et al., (2019) tahap pemeliharaan tanaman sangat penting diperhatikan dalam mencapai hasil yang maksimal, kegiatan harus dilakukan secara kontinu, cermat dan teliti. Penyemprotan pupuk pada tanaman padi dilakukan sebagai bentuk usaha pemenuhan unsur hara agar tanaman dapat berproduksi dengan baik, hal tersebut sesuai pendapat dari Haryadi, et al., (2015) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk pada tanaman dilakukan agar unsur hara dan sifat fisik, kimia dan biologi tanah dapat maksimal dalam mendukung proses pertumbuhan.

Kegiatan pemupukan pada era revolusi industri 4.0 sudah memasuki fase dimana peralatan mekanis yang dioperasikan secara otomatis sudah mulai diterapkan, akan tetapi masih banyak masyarakat menerapkan sistem penyemprotan tradisional menggunakan sebuah *sprayer* gendong. Menurut Djojsumartono (2004), *sprayer* dalam fase

penyemprotan berfungsi untuk memecah larutan yang disemprot melalui *nozzle* menjadi partikel air yang sangat halus. Pemupukan dengan teknik tradisional menggunakan *sprayer* membuat sistem penyemprotan kurang efektif dan efisien jika dibandingkan dengan peralatan mekanik otomatis. Penyemprotan dengan teknik tradisional menggunakan *sprayer* tergolong memiliki kapasitas kerja yang rendah karena hanya dapat melakukan penyemprotan pada satu baris tanaman di lintasan operasinya (Hermawan, 2012). Selain itu, Djafar, et al., (2017) juga menyatakan bahwa jenis *sprayer* yang umum digunakan petani secara tradisional adalah jenis *hand sprayer*, hasilnya kurang efektif dan kurang efisien.

Berdasarkan uraian masalah terkait penggunaan *sprayer* gendong secara tradisional pada era revolusi industri 4.0, maka sebagai langkah untuk memaksimalkan fase tersebut, dilakukan penelitian dan pengembangan pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* berbasis *quadcopter* yang dapat dioperasikan secara otomatis dalam pemupukan tanaman secara efektif dan efisien. Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Syam, et al., (2020) dalam mengembangkan *UAV* kegiatan pemupukan. Pengujian yang dilakukan pada *UAV* yaitu meliputi kapasitas penyemprotan pada areal tanaman padi, oleh karena itu sebagai upaya untuk melihat secara kompleks kemampuan kerja dari *UAV*, maka peneliti melakukan uji efisiensi lapang saat diterapkan pada areal yang lebih luas.

Metode Penelitian

Desain Perancangan

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian rekayasa. Penelitian ini

mendesain dan menguji *unmanned aerial vehicle (UAV)* berbasis drone dalam melakukan penyemprotan tanaman. Setelah tahap perancangan dan pembuatan, dilakukan uji coba meliputi kapasitas lapang teoritis (KLT), waktu kerja, dan kapasitas lapang efektif (KLE) untuk mencari nilai efisiensi lapang *quadcopter*.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian (PTP) Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar (UNM) selama 4 (empat) bulan, yaitu mulai Mei – September 2020.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu avometer digital, solder, tang pengupas kabel, obeng hex, obeng plus dan minus, tang kombinasi, penghisap timah, bor listrik, gerinda tangan, amplas 500, cutter. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu, timah, *kabel awg 18*, *kabel awg 12*, *motor brushless hobbywing 8210 100 kv*, *lipo battery 6s 4200 mah*, *esc hobbywing 80a*, *frsky x8r receiver*, *aluminium hollow 2 x 2,5 cm*, *taranis qx7*, *gps radiolink se100 with compass*, *flight controller pixhawk 2.4.8.*, *radio telemetry*, *aluminium hollow 2 x 4 cm*, *apm power module*. *propeller 30 inch*, *esc 40a hobbywing for pump*, *heatshrink 2mm, 5mm, 10mm.*, *pcb fr4*, *isdt smart charger*, *pompa dc brushless*, tangki *sprayer* kapasitas 10 liter, *nozzle sprayer*, selang *sprayer*, *konektor xt60*, lahan persawahan padi, air, pupuk cair.

Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini terdiri dari tahap Studi literatur dan observasi, perancangan desain *UAV* dan mekanisme penyemprot, persiapan alat dan bahan yang

akan digunakan, perakitan dan settingan melalui *Graphic user Interface (GUI)*, uji fungsional, uji struktural, dan yang terakhir adalah pengujian kinerja *UAV* di lapangan.

Uji Coba Produk

Pengukuran kapasitas lapang teoritis (KLT) *UAV* dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 (Andremico, 2015) :

$$KLT = v \times L \quad (1)$$

Keterangan :

KLT = Kapasitas Lapang Teoritis

v = Kecepatan Maju (m / h)

L = Lebar Kerja (m)

Pengukuran waktu kerja (WK) *UAV* dalam satuan luas lahan dilakukan dengan menggunakan persamaan 2 (andremico, 2015) :

$$WK = \left(\frac{Ll}{Lk} \times \frac{Pl}{v} \right) + \left(\frac{Ll}{Lk} - 1 \right) \times tb \quad (2)$$

Keterangan :

WK = Waktu Kerja (Jam)

Ll = Lebar Lahan (m)

Lk = Lebar Kerja (m)

Pl = Panjang Lahan (m)

V = Kecepatan Unit Penyemprot (m/s)

Tb = Waktu Belok (s)

Pengukuran kapasitas lapang efektif (KLE) *UAV* dilakukan dengan menggunakan persamaan 3 (andremico, 2015) :

$$KLE = \frac{L}{WK} \quad (3)$$

Keterangan :

KLE = Kapasitas Lapang Efektif

L = Luas Lahan

WK = Waktu Kerja

Pengukuran Efisiensi Lapang (Eff) *UAV* dilakukan dengan menggunakan persamaan 4 (andremico, 2015) :

$$E = \frac{KLE}{KLT} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

E = Efisiensi Lapang

KLE = Kapasitas Lapang Efektif

KLT = Kapasitas Lapang Teoritis

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis data kuantitatif dengan statistik deskriptif, data yang diperoleh ditabulasikan ke dalam bentuk tabel dan diinterpretasikan melalui grafik yang kemudian akan menjadi acuan dalam membuat deskripsi mengenai uji kerja dari alat.

Hasil dan Pembahasan

Desain *UAV* Penyemprot

Perancangan *UAV* dilakukan dengan berbagai pertimbangan untuk menghasilkan *UAV* yang mampu mengangkut beban maksimal air sebanyak 10 liter. Desain dibuat dengan material rangka utama yaitu aluminium hollow untuk mencari efisiensi bobot seringan mungkin tetapi tetap kuat, selain itu penggunaan aluminium hollow membuat perawatan, *maintenance* menjadi lebih mudah dan murah dibandingkan dengan material carbon yang umum digunakan pada *UAV* ukuran besar.



Gambar 1. *UAV quadcopter* Pemupuk

UAV memiliki torsi pada setiap motor yaitu 14 kg dengan kapasitas maksimal baterai lipo 50,4v dan 8400Mah, selain itu motor dilengkapi dengan propeller 30 inci, sehingga total kotor maksimal torsi keseluruhan yang dapat diangkat adalah 56 kg. Beban maksimal yang dapat diangkat tersebut sudah didistribusikan pada beberapa part, termasuk di dalamnya berat rangka/mekanik, berat elektronik dan beban maksimal air 10 liter. *UAV* dilengkapi

dengan 4 buah *nozzle* yang dimana debit penyemprotan airnya dapat diatur sesuai kebutuhan melalui remot kontrol. *GUI* yang digunakan yaitu ardupilot yang dapat membuat *UAV* dapat terbang dan melakukan penyemprotan secara otomatis sesuai dengan jalur yang telah ditentukan pada peta yang ada di *GUI* dengan bantuan sistem navigasi GPS dan kompas elektrik. Pasca penyemprotan, *UAV* dapat kembali dan mendarat secara otomatis sesuai dengan titik atau *homepoint* awal yang dibaca oleh GPS.

Kapasitas Lapang Teoritis (KLT)

Kapasitas Lapang teoritis dari *UAV* penyemprot yaitu dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Hasil Uji KLT

v (m/s)	L (m)	KLT (m ² /s)	KLT (ha/Jam)
2,7	2,36	6,37	2,29

Sumber : Hasil Analisis Data Penelitian

Kapasitas lapang teoritis dihitung dengan membagi antara kecepatan kerja dengan lebar kerja dari *UAV* penyemprot. Hasil uji yang diperoleh yaitu *UAV* memiliki KLT sebesar 6,37 m²/s atau 2,29 ha/Jam. Lama terbang dari *UAV* ketika membawa beban maksimal yaitu 8 menit, Jika 2,29 ha/jam diubah ke dalam satuan menit, maka KLT yang diperoleh adalah 0,04 ha/menit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk 1 kali terbang, KLT *UAV* berdasarkan yaitu 0,31 ha/8 menit. Hasil yang diperoleh merupakan hasil perhitungan dari kecepatan maju di bagi dengan lebar kerja tanpa memperhitungkan waktu yang terbang saat berpindah rute sehingga diperoleh hasil dengan waktu kerja yang lumayan baik.

Waktu Kerja

Lama waktu kerja (WK) digunakan untuk menghitung kapasitas lapang efektif (KLE) dari hasil pengujian di lapangan,

diperoleh waktu yang digunakan *UAV* penyemprot untuk berpindah dari satu baris lahan ke baris yang baru yaitu 3 detik. Lahan yang digunakan untuk uji coba seluas 3000 m² dengan panjang lahan 50 m dan lebar 60 m. Kecepatan maju yang dimiliki *UAV* penyemprot sesuai dengan penelitian Syam, et al., (2020) adalah 2,7 m/s. Data hasil pengujian waktu kerja dapat dilihat pada tabel 2 :

Tabel 2. Hasil Uji Waktu Kerja

Ll (m)	Lk (m)	Pl (m)	V (m/s)	tb (s)	WK (jam)
50	2,36	60	2,7	3	0,15

Sumber : Hasil Analisis Data Penelitian

Waktu kerja yang diperoleh untuk menyemprot luas lahan 3000 m² yaitu 0,15 jam atau 8,86 menit. Luas lahan yang digunakan untuk uji coba 3000 m² karena disesuaikan dengan kemampuan maksimal *UAV* untuk satu kali terbang, yaitu kurang lebih 8-9 menit, oleh karena itu berdasarkan perhitungan kapasitas lapang teoritis, maka lahan yang dapat digunakan untuk waktu terbang selama 8 menit adalah 3100 m².

Kapasitas Lapang Efektif (KLE)

Menghitung kapasitas lapang efektif dilakukan dengan membagi antara luas lahan yang disemprot dengan waktu kerja yang digunakan untuk menyemprot lahan tersebut. Luas lahan yang digunakan yaitu 3000 m² atau sama dengan 0,30 hektar dan dapat disemprot dengan waktu kurang lebih 8,86 menit atau 0,15 jam. Data kapasitas lapang efektif dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji KLE

L (Ha)	WK (jam)	KLE (ha/Jam)
0,30	0,15	2,03

Sumber : Hasil Analisis Data Penelitian

Kapasitas lapang efektif yang diperoleh dengan luas lahan 3000 m² adalah 2,03 ha/Jam.

Efisiensi Lapang (Ef)

Efisiensi lapang dihitung dengan membagi antara KLE dengan KLT yang telah didapatkan, KLE yang diperoleh yaitu 2,03 ha/Jam, sedangkan KLT yang diperoleh yaitu 2,29 ha/Jam, baik pada KLE ataupun KLT, tekanan yang air yang digunakan sama. Hal tersebut sesuai pendapat Dharmawan dan Soekarno (2020) bahwa sangat disarankan pada pengaplikasian *sprayer* di lapangan dilakukan dengan tekanan konstan. Data hasil efisiensi lapang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Efisiensi Lapang

KLE (ha/jam)	KLT (ha/jam)	Ef (%)
2,03	2,29	88,60

Sumber : Hasil Analisis Data Penelitian

Efisiensi lapang yang diperoleh adalah 88,60%. Efisiensi lapang dipengaruhi oleh waktu yang terbang akibat perpindahan dari satu baris penyemprotan ke penyemprotan yang lain, semakin rendah waktu yang terbang, maka nilai KLE akan semakin meningkat dan mempengaruhi kenaikan nilai persentase efisiensi lapang.

Simpulan

Sistem penyemprotan pupuk pada UAV dapat beroperasi dengan normal, oleh karena itu efisiensi lapang yang dihasilkan masuk dalam persentase kategori tinggi/baik karena perbandingan antara KLE dan KLT memiliki nilai selisih yang sangat kecil. Selisih nilai dipengaruhi oleh waktu yang terbang saat UAV berpindah dari satu jalur ke jalur yang lain, selain itu kondisi

kapasitas baterai yang semakin berkurang seiring pemakaian juga turut mempengaruhi kecepatan dari UAV.

Daftar Pustaka

- Andremico, Nenda. (2015). Rancang Bangun dan Pengujian Unit Penyemprot pada Alat : Penyemprot Padi Tipe Balon. . Skripsi . Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Prasetyo, B., & Trisyanti, U. (2018). Revolusi industri 4.0 dan tantangan perubahan sosial. IPTEK Journal of Proceedings Series, (5), 22-27.
- Dharmawan, A., & Soekarno, S. (2020). Uji Distribusi Semprotan Sprayer Pestisida Dengan Patternator Berbasis Water Level Detector. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol, 9(2)*, 85-95.
- Djafar, R., Djamilu, Y., & Antu, E. S. (2017). Desain dan Pengujian Sprayer Gulma Tipe Dorong. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 2(2).
- Djojosumartono, P. (2004). Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. *Kanisius, Yogyakarta*
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. (2015). Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica Alboglabra L.*) . *Jom Faperta*, 2(2)
- Hayati, M., Elfiana, E., & Martina, M. (2017). Peranan Sektor Pertanian dalam Pembangunan Wilayah Kabupaten Bireuen Provinsi Aceh. *Jurnal Sains Pertanian*, 1(3), 213-222.
- Hermawan, W. (2012). Kinerja Sprayer Bermotor dalam Aplikasi Pupuk Daun di Perkebunan Tebu. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(2).

- Irianto, D. (2017, October). Industry 4.0; the challenges of tomorrow. In *Disampaikan pada Seminar Nasional Teknik Industri, Batu-Malang* (pp. 4-6).
- Syam, H., Jamaluddin, J., & Rahman, K. (2020). Design And Test Of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Spraying Capacity In Quadcopter Based Plant Spraying System. In *International Conference on Science and Advanced Technology (ICSAT)*.
- Tjandrawinata, R. R. (2016). Industri 4.0: Revolusi industri abad ini dan pengaruhnya pada bidang kesehatan dan bioteknologi. *Jurnal Medicinu*, 29(1), 31-39.
- Umawaitina, N.Maulina, K.T., Reindhardt, J.P.L. (2019). Sikap Petani Pala Pada Kegiatan Pemeliharaan Tanaman Pala Di Desa Kauditan Ii Kecamatan Kauditan Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Agri-SosioEkonomi Unsrat*, 15(2), 347 – 354.

Halaman ini sengaja dikosongkan