

RANCANG BANGUN QUADCOPTER SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN TEKNOLOGI DALAM PENGAMBILAN DATA LUAS PERMUKAAN LAHAN PERTANIAN

Puguh Sudarsono*, Yusuf Hendrawan, Ary Mustofa Ahmad
Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: puguh.mandiri@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan teknologi di bidang pertanian perlu dilakukan agar kegiatan- kegiatan pertanian dapat dilakukan dengan lebih efisien. Salah satu teknologi yang perlu dikembangkan adalah penginderaan jarak jauh. Penginderaan jarak jauh dimana quadcopter dilengkapi oleh kamera sebagai instrumennya, berfungsi untuk memperoleh data citra permukaan lahan pertanian. Hasil pengukuran akan divalidasi, sehingga akan sama seperti di lapang. Adapun kelebihan menggunakan teknologi penginderaan jarak jauh di banding cara manual antara lain : efisiensi waktu, pemantauan dapat dilakukan kapan saja, dan dapat digunakan untuk pengukuran lahan yg tidak rata seperti di daerah pegunungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan metode penelitian yang harus dilakukan meliputi : perancangan mekanik, perancangan elektronika, pengujian rancangan, perancangan algoritma, dan pengujian kinerja alat. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu data citra pertama dilakukan dengan ketinggian 639,9 meter. Luas area yang diukur dengan pita ukur seluas 270,73 m² didapatkan luas pengukuran dengan mesin vision seluas 270,99 m² sehingga didapatkan nilai kesalahan pengukuran pertama adalah 0,09%. Pengujian kedua dengan luas area 555,06 m² didapatkan luas pengukuran area mesin vision seluas 554,77 m² dengan ketinggian dari situ dapat dihitung tingkat kesalahan pengukurannya adalah 0,05%

Kata Kunci : Data Citra, Lahan Pertanian, Penginderaan Jarak Jauh, *Quadcopter*,

DESIGN OF QUADCOPTER AS A IMPROVEMENT TECHNOLOGY TO TAKES AGRICULTURAL LAND SURFACE IMAGE DATA

ABSTRACT

Technological improvements in agriculture need to be done so that agricultural activities can be carried out more efficiently. One technology that needs to be developed is remote sensing. Remote sensing which the quadcopter is equipped with a camera as an instrument, serves to obtain surface image data of agricultural land. The measurement results will be validated, so it will be the same as in the field. The advantages of using remote sensing technology compared to manual methods include: time efficiency, monitoring can be done at any time, and can be used for measuring uneven land such as in mountainous areas. Based on these problems, research methods that need to be done include: mechanical design, electronic design, design testing, algorithm design, and tool performance testing. The results obtained were the first image data carried out with an altitude of 639.9 meters. The area measured by measuring tape covering an area of 270.73 m² obtained by measuring area with machine vision covering 270.99 m² so that the first measurement error value was 0.09%. The second test with an area of 555.06 m² obtained the measurement area of the machine vision area of 554.77 m² with the height from there can be calculated the measurement error rate is 0.05%

Keywords: Agricultural Land, Image Data, Quadcopter, Remote Sensing

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk tiap tahunnya menyebabkan kebutuhan konsumsi pangan yang juga meningkat. Guna mendukung peningkatan produksi pangan, teknologi yang berkaitan dengan pertanian menjadi *issue* penting saat ini. Adanya peningkatan teknologi di bidang pertanian maka kegiatan-kegiatan yg berkaitan dengan pertanian dapat dilakukan dengan lebih efisien. Salah satunya adalah pengukuran lahan. Masalah yang seringkali dihadapi dalam pengukuran lahan pertanian adalah tentang permukaan tanah yg tidak rata. Oleh karena itu diperlukanlah pengindraan jarak jauh dengan alat Quadcopter yang dilengkapi dengan kamera. *Quadcopter* telah diaplikasikan untuk mendukung kegiatan-kegiatan pertanian. Metode modern menggunakan *Quadcopter* di bidang pertanian ini telah sangat ditingkatkan pada sepuluh tahun terakhir, dengan kemajuan teknologi tersebut telah memudahkan pengelolaan lahan seperti memeriksa kualitas udara, memonitor kesehatan tanaman dan lahan melalui gambar visual (Sahni, 2016).

Informasi lahan pertanian yang diperoleh dengan cara pengindraan jarak jauh adalah teknik untuk mendapatkan informasi tentang objek, wilayah, atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dari suatu alat tanpa berhubungan langsung dengan objek yang sedang dikaji (Lillesand, 1990). Pengindraan jarak jauh menghasilkan data citra yang merupakan gambaran yang mirip dengan aslinya dan terekam oleh kamera.

Pada penelitian sebelumnya, yang telah dilakukan Duggal (2016) menjelaskan bahwa saat ini quadcopter dengan sensor dan kemampuan penggambarannya (imaging) menjadi bagian penting dari ketelitian dalam pertanian. Penelitian tersebut mendeskripsikan sebuah kerangka kerja yang menunjukkan pemantauan tanaman dan mengestimasi hasil produksi menggunakan pendekatan pengawasan. Kerangka navigasi yang diusulkan membantu quadcopter untuk mengikuti urutan poin pada GPS bebas tabrakan dan telah terintegrasi dengan ROS (Robot Operating System). Modul perencanaan dan pengendalian lintasan kerangka navigasi menggunakan teknik pemrograman cembung untuk menghasilkan lintasan waktu minimum antara titik jalan dan menghasilkan input kontrol yang sesuai untuk quadcopter. Sebuah Dataset buah delima baru yang terdiri dari video pemantauan perkebunan dan *frame* beranotasi yang menangkap berbagai tahap pertumbuhan buah delima seiring dengan kerangka navigasi yang telah dirancang.

Banyak penelitian tentang *quadcopter* telah dilakukan, mayoritas membahas tentang sistem navigasi sedangkan beberapa penelitian lain telah menerapkannya untuk keperluan pemetaan namun untuk akurasi kebanyakan belum divalidasi. Oleh sebab itu, penulis tertarik untuk meneliti tentang perancangan quadcopter yang diaplikasikan pada pengambilan data citra permukaan lahan pertanian. Hasil pengukuran luas lahan objek penelitian akan divalidasi sehingga akan sama seperti data dilapang sehingga data citra permukaan lahan pertanian siap digunakan maupun dikembangkan untuk peneliti selanjutnya.

METODE PENELITIAN

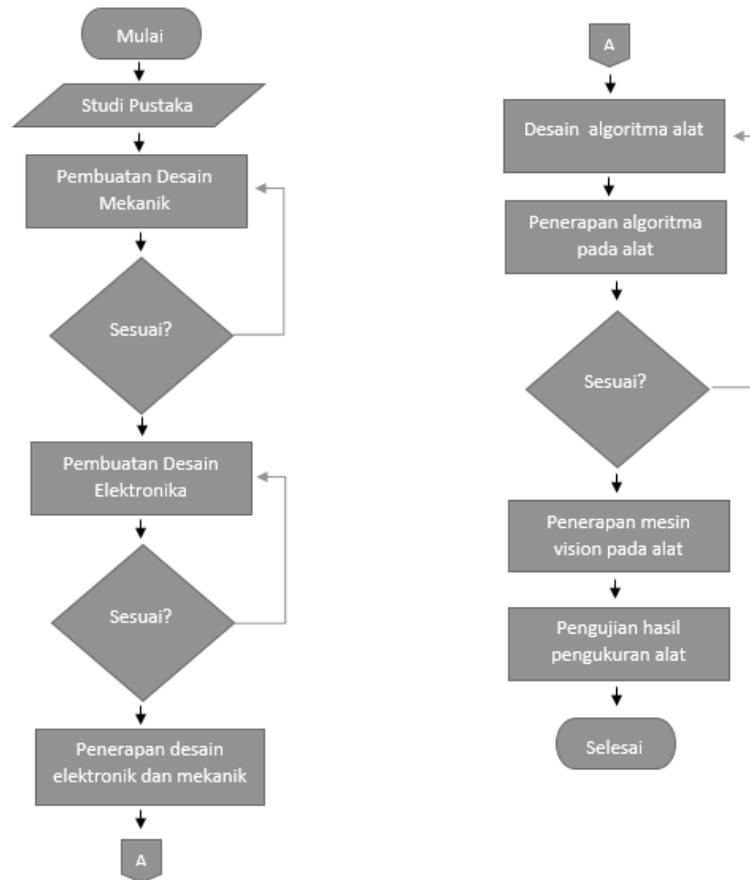
Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat *quadcopter* antara lain: Frame tipe S500, *Electronic speed control* (ESC), baterai lipo 5200 mAh, *Flight control*, receiver enam channel, transmitter enam channel, *propeller*, *downloader*, Motor DC brushless Emax MT-2216, Radio telemetry Kabel *micro USB*, digunakan untuk memasukan program dari komputer ke *flight Controller*, modul Kompas dan GPS, Sensor Baterai, arduino *compiler*, Charger lipo, *mision planner*, peredam getaran bahan *rubber*, Kamera merek Panasonic tipe Lumix DMC-f3, skala hitam dan putih, dan servo

Metode

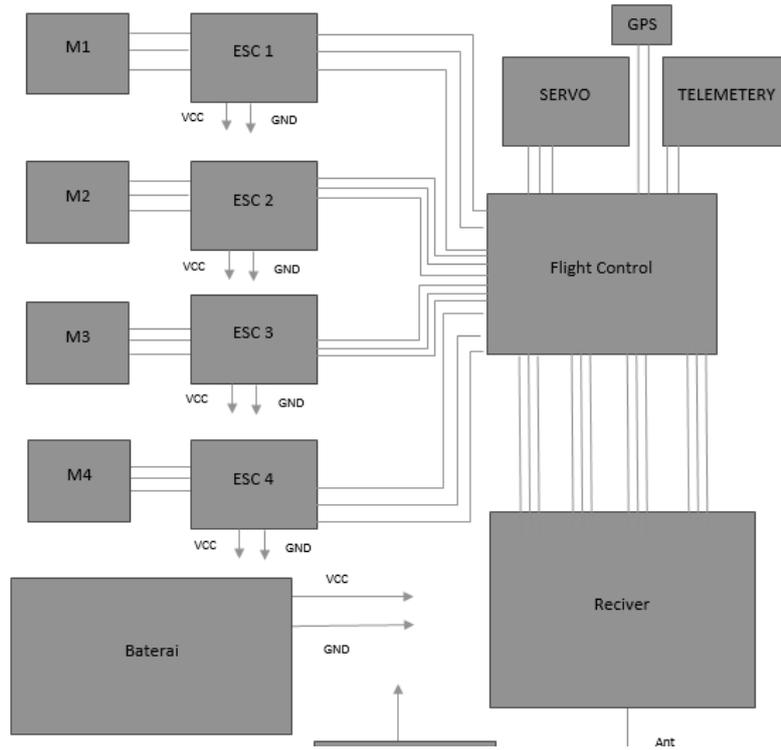
Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah yang pertama, studi pustaka terkait penelitian yang akan dilakukan kemudian membuat rancangan mekanik meliputi perancangan

dimensi dan kinematika alat jika desain yang dibuat layak untuk direalisasikan maka akan dibuat desain elektronika yang sesuai dengan desain mekanik alat dan tugas setelah dibuat desain elektronika alat maka akan dilakukan pengujian desain jika desain layak digunakan maka akan dibuat rancangan algoritma alat sesuai dengan perangkat keras yang dipakai dan tugas alat yang akan dijalankan setelah desain algoritma dibuat maka akan diterapkan pada alat kemudian akan dilakukan pengujian kinerja alat, setelah semua sesuai maka alat secara keseluruhan (*quadcopter* dan Mesin Vision) akan digabungkan untuk melakukan pengukuran luasan lahan yang akan dibandingkan dengan pengukuran menggunakan pita ukur yang nantinya dapat diketahui besar akurasi pengukuran tersebut. Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



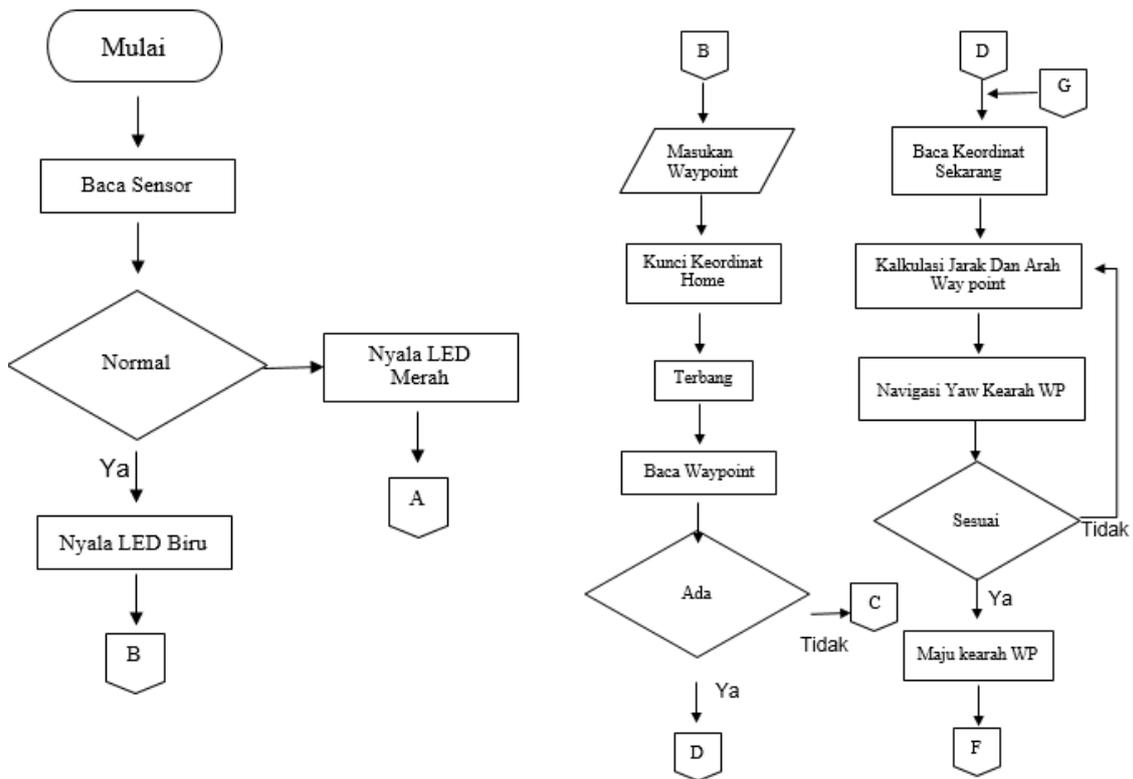
Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

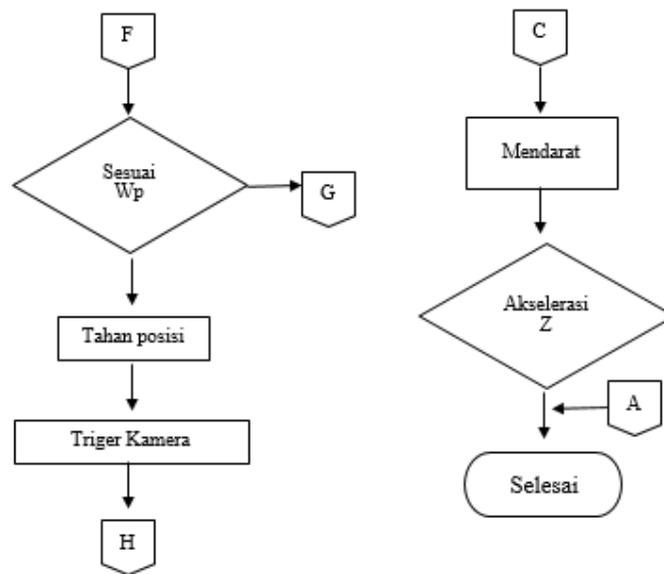
Pada perancangan elektronika, agar memperoleh gaya lift maksimum 4kg *quadcopter* harus memiliki baterai yang dapat menyuplai arus sebesar 60A pada 12V dan dapat bertahan selama sekurang-kurangnya 10 menit pada konsumsi daya sebesar 360W maka dipilih baterai jenis lipo 3 cell 5Ah 20 – 30 C yang pada kondisi penuh memiliki tegangan 12,4 V arus maksimal 100A – 150A pada konsumsi 360 watt dapat bertahan selama 10 menit. dapat mengenali sudut, kecepatan, ketinggian, arah dan posisi, *Quadcopter* juga harus bisa memberikan perintah pada kamera maka di buat rancangan sebagai berikut yang secara umum desain elektronika dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Elektronika Alat

Setelah membuat rancangan mekanik dan elektronika nya selanjutnya adalah pembuatan desain algoritma alat sesuai dengan tugas yang akan dilakukan alat, rancangan algoritma alat dapat dilihat pada **Gambar 3**.





Gambar 3. Rancangan Algoritma Alat

Pengujian dilakukan dengan membaca data sensor *quadcopter* apabila error sudut x,y dan z mendekati nol dalam waktu sekurang kurangnya 0,5 (waktu yang dibutuhkan kamera untuk mengambil 4 gambar) detik maka *quadcopter* layak diaplikasikan pada mesin vision apabila belum memenuhi syarat maka akan dilakukan tuning PID kembali, apabila setelah dilakukan tuning kembali *quadcopter* masih memiliki nilai error yang tinggi maka akan dilakukan pengecekan *hardware* dan desain ulang algoritma.

Setelah *quadcopter* layak terbang maka akan diaplikasikan pada mesin vision dan memfoto titik yang telah diberi skala kemudian akan dilakukan kalkulasi luasan dengan formula sebagai berikut:

$$A = \frac{\sum Pixel}{\sum pxs}$$

Skala yang digunakan seluas 1 m². Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan pengukuran manual dengan pita ukur dengan asumsi nilai kesalahannya nol, setelah didapatkan nilai pengukuran manual maka akan dibandingkan dengan pengukuran mesin vision untuk mendapatkan nilai kesalahannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan yang dilakukan meliputi perancangan mekanik, perancangan elektronika dan perancangan algoritma adapun hasil perancangan *quadcopter* pada saat uji terbang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Foto Quadcopter saat pengujian terbang

Hasil Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik yang dilakukan berupa beban terbang dan penggerak pada *Quadcopter* dimana berat yang dibawa sejumlah 2 kg meliputi frame, komponen elektronika, kamera, dan baterai. Total berat yang di bawa *quadcopter* adalah 1,985 Kg dari data tersebut dapat di tentukan kebutuhan gaya *trush* minimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned}T(Kg) &= 2W(Kg) \\T(Kg) &= 2 * 1,985(Kg) \\T &= 3,97 Kg\end{aligned}$$

Keterangan:

T = *Trush* (Kg)

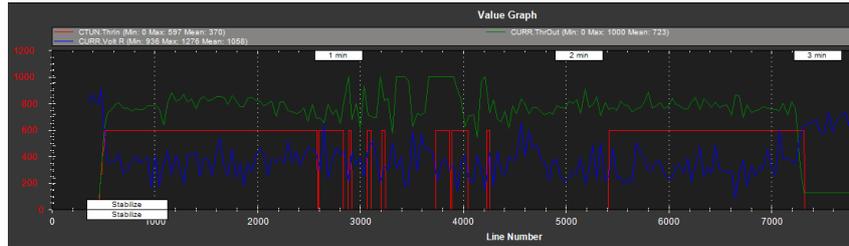
W = *Weight* (Kg)

Quadcopter memakai empat motor yang total *trush* nya harus lebih besar atau sama 3,97 (Kg) maka satubuah motor harus memiliki *trush* lebih dari atau samadengan satu Kilo gram pada kondisi maksimum power (nyala penuh) maka dipilih motor Brushless Emax MT 2216 dengan maksimum *trush* 1070 g dengan ukuran *propeller* 10 inch.

Hasil Perancangan Elektronika

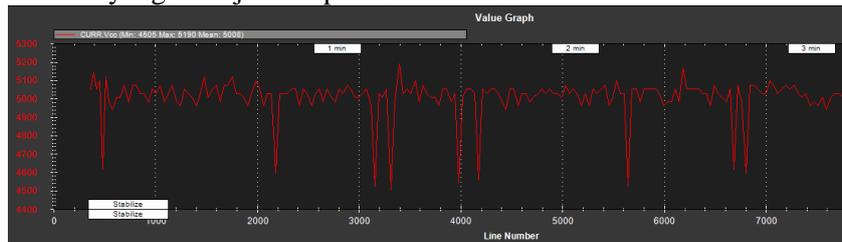
Perancangan elektronika *Quadcopter* disesuaikan dengan fungsinya yaitu sebagai penangkap data berupa citra lahan pada ketinggian tertentu, sudut, arah, posisi, dan kontrol terhadap kamera sebagai penangkap citra. Perolehan gaya lift maksimum 4kg *Quadcopter* menggunakan baterai jenis lipo 3 cell 5Ah 20 – 30 C yang pada kondisi penuh memiliki tegangan 12,4 V arus maksimal 100A – 150A pada konsumsi 360 watt dapat bertahan selama 10 menit. ESC EMAX 4 in 1 25A UBEC digunakan sebagai flight control karena kelebihanannya yang ringan dan dilengkapi catu daya

Hasil pembacaan data terbang berkaitan dengan catu daya didapatkan data tegangan minimal yang terjadi pada saat terbang 9,36V dan tegangan maksimal 12,76V dengan nilai tengah 10,58. Tegangan tersebut cukup aman mengingat pada 10V dengan arus 25A dapat memenuhi kebutuhan daya motor untuk mengangkat beban terbang dengan baik adapun hasil pembacaan data tegangan saat uji terbang dapa dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Tegangan

Arus yang digunakan saat Quadcopter terbang adalah 45A sampai dengan 51,9A dengan nilai tengah 50A hal tersebut sangat aman mengingat arus maksimal diizinkan pada spesifikasi baterai adalah 150A yang ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik Arus Quadcopter Saat Terbang

Hasil Perancangan Kontrol dan Pengambilan Citra

Perancangan algoritma dilakukan dengan membuat konsep kerja alat dapat dilihat pada flowchart pada bab tiga, untuk membuat flowchart tersebut dapat terlaksana maka hal pertama yang dilakukan adalah memodelkannya menjadi model matematis kemudian diterjemahkan kedalam bentuk Bahasa pemrograman dalam penelitian ini menggunakan Arduino IDE yang dasarnya adalah memakai Bahasa C.

Hasil Tuning PID

Pengujian statis *Quadcopter* dilakukan pada pengendalian sudut *roll* dan *pitch*. Pengujian ini untuk melihat respon pada *roll* dan *pitch* terhadap perubahan nilai parameter *P*, *I*, dan *D* pada sistem kendali PID. Proses pengujian statis ini menggunakan *software Mission Planer* yang terinstal di komputer yang terhubung ke *controller Mission Planer* melalui koneksi USB. Proses pengujian dilakukan dengan tahapan berikut ini:

1. Set nilai K_p , K_i , K_d dan sudut set dengan nilai 0;
2. Kecepatan motor DC *brushless* dinaikkan sampai kecepatan minimum terbang;
3. Pemberian nilai *offset* motor disesuaikan sehingga terjadi keseimbangan diantara dua motor. Pemberian nilai ini dilakukan untuk membantu sistem kontrol I agar tidak terlalu besar dalam melakukan kompensasi;
4. Lakukan perubahan terhadap nilai parameter K_p , K_i , dan K_d untuk diperoleh keseimbangan terbang *quadcopter*. Keseimbangan terpenuhi, jika didapat sistem kendali mempunyai *overshoot* dan *setting time* yang kecil.

Berdasarkan hasil *tuning* PID dengan metode auto *tuning* didapatkan nilai:

$$K_p = 0,10448$$

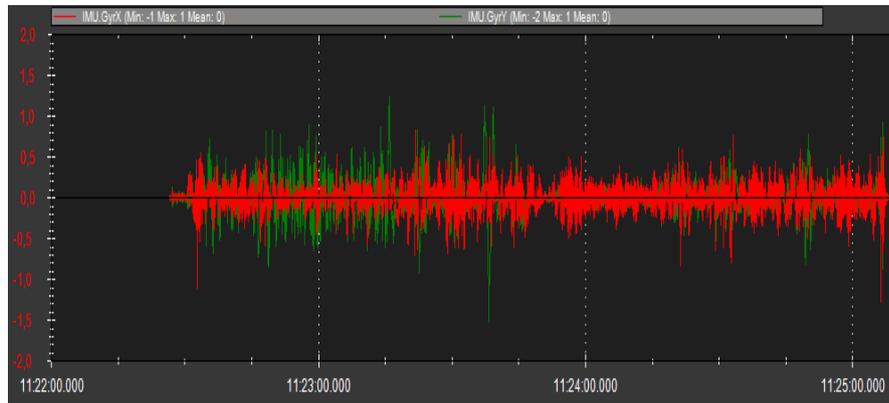
$$K_i = 0,10448$$

$$K_d = 0,020$$

Nilai tersebut merupakan nilai gain dimana nilai paling cepat sistem menuju titik *steady* dengan osilasi paling minimum sehingga respon sistem sangat cepat namun tetap stabil.

Pengujian terbang *Quadcopter* dilakukan untuk mengetahui kestabilan *quadcopter* dan akurasi titik koordinat yang di tuju, Pengujian terbang dilakukan selama 150 detik dengan dua titik pengambilan gambar yang totalnya tiga titik terbang yaitu *home*, *waypoint 1* dan *waypoint*

2 quadcopter mampu terbang dengan sangat stabil terlihat pada pembacaan sensor gyroscope pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Grafik Hasil Pembacaan Sensor Gyroscope

Berdasarkan pembacaan data sensor diatas dapat dilihat bahwa *quadcopter* yang dibuat telah memenuhi syarat untuk diterapkan pada mesin *vision* dengan *nois sudut* 0,5 dan *eror sudut maksimal* pada x sebesar 0,5 dan 1,5 pada y dan mampu mempertahankan sudut y dan x mendekati 0 selama 20 detik.

Pengujian Data Citra

Pengujian data citra pertama dilakukan dengan ketinggian 639,9 meter. Luas area yang diukur dengan pita ukur seluas 270,73 m² didapatkan luas pengukuran dengan mesin *vision* seluas 270,99 m² sehingga didapatkan nilai kesalahan pengukuran pertama adalah 0,09%, adapun luas area yang diukur dapat dilihat pada **Gambar 8**



Gambar 8. Sampel Citra Mesin Vision 1

Gambar yang ditandai dengan garis merah berbentuk segi empat menunjukkan area yang diukur luas nya. Pengujian kedua dengan luas area 555,06 m² didapatkan luas pengukuran area mesin vision seluas 554,77 m² dengan ketinggian dari situ dapat dihitung tingkat kesalahan pengukurannya adalah 0,05% luasan lahan yang diukur dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Sampel Citra Mesin Vision 2

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :desain *Quadcopter* yang di buat telah dapat memperoleh data citra permukaan lahan pertanian dengan sudut sejajar dengan horizon bumi, baik secara mekanis, eletronis maupun algoritma, secara rinci di simpulkan: Desain mekanik yang dibuat telah dapat menjalankan fungsi dengan baik frame yang digunakan sesuai dengan perhitungan gaya yang dibuat dan mampu menahan beban terbang serta gaya motor yang direncanakan mampu memenuhi kebutuhan gaya trush yang di rencanakan sebesar 4 Kg. Perencanaan elektronika yang dibuat telah dapat menjalankan fungsinya dengan baik, perencanaan catudaya dengan menggunakan baterai lituium polimer dengan kapasitas 5 Ah, perangkat kontrol menggunakan APM 2.5 dengan basis Arduino mega, sensor menggunakan barometer, accelero meter dan gyroscope, perangkat anatarmuka menggunakan radio telemetry 2,4 GHz dan aktuator menggunakan motor brushless DC 3 fasa emax MT 2216 bejalan dengan baik. Desain algoritma yang dibuat telah dapat menjalankan fungsi yang direncanakan dengan pemodelan matematis kemudian di terjemahkan kedalam Bahasa pemrograman Arduino IDE yang basic nya menggunakan Bahasa C sehingga dapat menjalankan misi pengambilan data citra dengan baik. Pengujian hasil konversi data citra kedalam satuan luasan sangat memuaskan dengan nilai error yang didapat sangat kecl 0,05% sampai dengan 0,09%

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. (2002). **Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya**. Graha Ilmu, Jakarta
- Arsyad S. (1989). **Konservasi Tanah dan Air**. IPB Press, Bogor.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2013). **Luas Lahan Pertanian**. www.bps.go.id. [30 Oktober 2017]
- Dharmawan, Adi. (2012). **Purwarupa Otomatisasi Terbang landas dan mendarat Quadcopter**. UGM, Yogyakarta
- Duggal Vishakh, Mohak Sukhwani, Kumar Bipin. (2016). **Plantation Monitoring and Yield Estimation using Autonomous Quadcopter for Precision Agriculture**. International Conference on Robotics and Automation (ICRA) Stockholm, Sweden.
- Pitowarno Endra. (2006). **“ROBOTIKA : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan“**. Yogyakarta : Andi Offset.
- Efe Camei, Devesh Raju Kripalani, dan Linlu Ma. (2017). **An Aerial Robot for Rice Farm Quality Inspection With Type-2 Fuzzy Neural Networks Tuned by Particle Swarm Optimization-Sliding Mode Control Hybrid Algorithm**. School of Mechanical and Aerospace Engineering. Nanyang Technological University, Singapore.
- Hanif A. F. (2007). **Konversi Format Citra RGB ke Format Grayscale menggunakan Visual Basic**. STIMIK AMIKON, Yogyakarta.
- Hornby. (1974). **Oxford Advanced Learner’s Dictionary of Current English**. Oxford University Press, London.
- Khadir, Abdul dan Susanto, Adhi. (2012). **Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra**. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Lillesand dan Kiefer. (1990). **Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra**. Alih Bahasa R. Dubahri. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lintz.J.Jr and Simonett.D.S. (1976). **Remote Sensing and Environment**. Addison Wesley Publishing Company London.
- Lindgren.D.T. (1985). **Land Use Planning and Remote Sensing**, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Luong Vinch Quoc Danh, Truong Phong Tuyen, dan Nguyen Tang Kha Duy. (2016). **Design of a Quadcopter Autopilot System to Take Aerial Photography for Remote Sensing Applications in Agriculture**. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. www.arpnjournals.com
- Hendrawan, Y. Murase, H. (2011). **Determining an ANN pretreatment algorithm to predict water content of moss using RGB intensities**. EAEF 4(4) : 95-105
- Purwowidodo. (1983). **Teknologi Mulsa**. Jakarta : Dewaruci Press
- Putra, Darma. (2010). **Pengolahan Citra Digital**. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta
- R. Sahni. (2016). **Agricultural Drones Market To Reach 3.69 Billion Dollars : UK Press**
- Rafiqi, Suryatna. (1985). **Ilmu Tanah**. Bandung : Press
- Rizatus Shofiyanti. (2011). **Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan Dan Pemantauan Tanaman Dan Lahan Pertanian**. Bogor. Litbag
- Santos, M. and Morata, F. (2010). **Intellegent Fuzzy Controller Of A Quadrotor**. IEEE International conference on intelligent system and knowledge engineering. 141-146.
- Sardy dan D. Sudiana. (1991). **Profile and Projection for The Analysis of Intensity Characteristic of Image**, MAPIN Jakarta.
- Simonett.D.S, dkk. (1983). **The Development and Principles of Remote Sensing, In : Gastellu and Etcheorry, tanpa tahun., Remote Sensing With SPOT**. An Assessment of SPOT Capability in Indonesia. Gadjah Mada University Press – BAKOSURTANAL Yogyakarta.
- Stenzel, R. (2000). **A behaviour-based control architecture**. IEEE international conference on systems, man, and cybernatics.

- Sutanto. (1994). **Penginderaan Jauh Jilid 2**. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutanto. (1986). **Penginderaan Jauh, Jilid 1 dan 2**, Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Vikram Puri, Anand Nayyar, dan Linesh Raja. (2017). **Agriculture Drones : A Modern Breakthrough in Precision Agriculture**. Journal Of Statistics and Manajemen Systems
- Yulistiyanto, Andry. 2013. **Pembuatan *Quadcopter* Sebagai Pemantau Area yang Dikendalikan Jarak Jauh dan Diakses Melalui *Web***. Semarang