

Kode/Rumpun Ilmu : 123/Ilmu Komputer
Bidang Fokus : Teknologi Informasi dan Komunikasi

LAPORAN AKHIR
USULAN PENELITIAN SUMBER DANA PNBP
SKEMA PENELITIAN DOSEN PEMULA



**OPTIMALISASI KAPASITAS PUPUK CAIR BERBASIS
SPLIT TANK DENGAN ARM CARBON PADA UNMANNED
AERIAL VEHICLE UNTUK FOLIAR FERTILIZER**

TIM PENGUSUL

Fendik Eko Purnomo, S.Pd., M.T **NIDN. 0019038604**

Faisal Lutfi Afriansyah, S.Kom., M.T. **NIDN. 0029049102**

Ahmad Rofi'ls, S.Pd, M.Pd **NIDN. 0019088304**

Dibiayai Oleh DIPA Politeknik Negeri Jember
SP DIPA-023.18.2.677607/2021 tanggal 23 November 2020
Tahun Anggaran 2021

POLITEKNIK NEGERI JEMBER
NOVEMBER 2021

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN KEMAJUAN
PENELITIAN SUMBER DANA PNBP
SKEMA PENELITIAN DOSEN PEMULA**

Judul Penelitian : Optimalisasi Kapasitas Pupuk Cair Berbasis Split Tank Dengan Arm Carbon Pada Unmanned Aerial Vehicle Untuk Foliar Fertilizer

Peneliti

- a. Nama Lengkap : Fendik Eko Purnomo, S.Pd., M.T.
- b. NIDN : 0019038604
- c. Jabatan Fungsional : -
- d. Program Studi : Teknik Rekayasa Mekatronika
- e. Nomor HP : 085730672884
- f. Alamat Surel : fendik_eko@polije.ac.id
- g. ID Sinta : 6141719
- h. ID Scopus : -

Anggota (1)

- a. Nama Lengkap : Faisal Lutfi Afriansyah, S.Kom., M.T.
- b. NIDN : 0029049102
- c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jember
- d. ID Sinta : 6141692
- e. ID Scopus : 57201118088

Anggota (2)

- a. Nama Lengkap : Ahmad Rofi'i, S.Pd, M.Pd
- b. NIDN : 0019088304
- c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jember
- d. ID Sinta : 6690620
- e. ID Scopus : -

Biaya Penelitian : Rp. 20.000.000

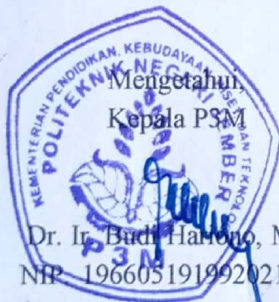
Jember, 17 September 2021

Ketua Tim Pengusul



Fendik Eko Purnomo, S.Pd., M.T

NIP.198603192019031009



RINGKASAN

Multirotor banyak menjadi objek penelitian salah satunya dalam bidang pertanian. Pemupukan lebih ditekankan pada pemupukan cair yang langsung disemprotkan pada daun atau disebut juga foliar fertilizer. Foliar fertilizer disemprotkan dengan harapan stomata pada daun dapat langsung menyerap nutrisi yang diberikan. UAV akan terbang membawa liquid (cairan) foliar fertilizer dan disemprotkan pada lahan yang telah ditentukan dengan jalur terbang yang telah terprogram didalam UAV. Pada penelitian sebelumnya kami telah menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) jenis multirotor yang dikombinasikan dengan sistem penyemprotan foliar fertilizer berkapasitas liquid 4 liter hanya mampu melakukan penyemprotan lahan dengan area yang terbatas. Dikarenakan beban dari rangka UAV sendiri cukup berat. Oleh karena itu perlu adanya optimasi pada kerangka utama UAV agar kapasitas pupuk cair pada UAV bertambah. Apabila kapasitas pupuk cair bertambah akan menambah luasan area penyemprotan foliar fertilizer. Pada penelitian ini menitik beratkan pada bobot dari UAV agar seringan mungkin namun dengan fungsi yang optimal dan peningkatan kapasitas pupuk cair yang diangkat oleh UAV. Peningkatan daya angkat berhubungan dengan beban (payload) yang akan di angkut oleh UAV. Penelitian ini menargetkan dapat mengangkat beban liquid foliar fertilizer sebesar 7 L. Dengan melakukan optimasi pada arm menggunakan metode arm carbon, sehingga tanpa mengurangi kekuatan dan fungsi UAV tersebut namun berat kotor komponen menjadi jauh lebih ringan sehingga bobot itu bisa di fokuskan untuk peningkatan kapasitas pupuk cair. Selain itu dengan semakin besarnya kapasitas pupuk cair tentunya menjadikan bobot semakin berat, kekurangan itu menimbulkan permasalahan yaitu membuat nilai PID keseimbangan bisa berubah dengan nilai yang cukup besar yang berakibat pada guncangan dan bisa menimbulkan gagal terbang atau UAV jatuh, oleh karena itu dilakukan penelitian untuk peningkatan kondisi ini yaitu dengan menggunakan metode split tank, agar nantinya dapat meminimalisir efek guncang dari besarnya kapasitas dan beratnya bobot yang diangkat sehingga peluang UAV gagal terbang atau jatuh tidak terjadi. Pengukuran yang dilakukan adalah tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan terbang diatas bidang tanaman, pengujian pengukuran daya, arus dan luasan area yang mampu disemprot oleh UAV Pengukuran luasan yang berhasil disemprot dengan kecepatan yaitu 2 m/s , 3 m/s , dan 5 m/s dengan laju aliran sprayer yang tetap yaitu 3 L/min. Luaran pada penelitian ini adalah purwa rupa wahana UAV dengan sistem sprayer berkapasitas 5 L dan sebagai pemateri pada Seminar Internasional yang diselenggarakan Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember dengan luaran berupa satu Prosiding Seminar Internasional IcoFA (International Conference on Food and Agriculture) 2020. Status tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) pada penelitian ini adalah pada level 6 (enam) karena pada penelitian ini purwarupa telah dibuat, peralatan dan mesin pendukung telah diuji coba dalam laboratorium, siap diuji pada lingkungan nyata/simulasi dan kondisi laboratorium dimodifikasi sehingga mirip dengan lingkungan yang sesungguhnya.

Kata Kunci: pupuk cair, arm carbon ,unmanned aerial vehicle, foliar fertilizer, split tank

PRAKATA

Puji syukur atas nikmat yang senantiasa diberikan dan semoga kita mampu dapat memanfaatkan setiap nikmat untuk kemanfaatan dan kepentingan masyarakat. Salah satu aspek yang menjadi ciri utama dalam kemanfaatan tersebut adalah berperannya setiap potensi yang dimiliki untuk difokuskan pada pemanfaatan dan nilai kepentingan yang berfungsi secara langsung serta memberi dampak positif bagi keberlangsungan kehidupan masyarakat. Salah satunya adalah berfungsinya peran pendidikan yang memiliki basis keilmuan dan teknologi untuk ikut serta dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh masyarakat. Melalui program penelitian program PNBPN tahun 2021 pada skema penelitian dosen pemula menjadi sarana dan fasilitas dalam menjembatani kepentingan akademisi untuk terlibat langsung pada penyelesaian problem masyarakat.

Dengan terselesaikannya laporan kemajuan penelitian skema penelitian dosen pemula program PNBPN tahun 2021, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Direktur Politeknik Negeri Jember
2. Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember
3. Ketua Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember
4. Koordinator Bidang Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika Politeknik Negeri Jember
5. Tim Pelaksana Kegiatan Penelitian
6. Teknisi Laboratorium Jurusan Teknik Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika Politeknik Negeri Jember
7. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian.

Laporan kemajuan pelaksanaan penelitian masih terdapat kesalahan dan kelemahan dalam banyak hal, oleh karena itu dibutuhkan banyak masukan dan ide dalam menyempurnakan laporan.

Jember, 17 September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	10
BAB 4. METODE PENELITIAN	11
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	15
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	27
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Luaran dan Target	15
Tabel 5.1 Tabel hasil pengukuran optimalisasi UAV <i>liquid foliar fertilizer</i>	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 UAV untuk foliar fertilizer	4
Gambar 2.2 penyemprotan foliar fertilizer pada daun	6
Gambar 2.3 sistem sprayer sederhana	7
Gambar 2. 4 Roadmap Penelitian	9
Gambar 3.1 Split Tank untuk mengurangi efek guncangan	11
Gambar 3.2 Sistem UAV dilengkapi sprayer	12
Gambar 3. 3 Tahapan Penelitian	13
Gambar 5.1 Komponen <i>Requirement Engineering</i>	18
Gambar 5.2 Desain UAV model Hexacopter	19
Gambar 5.3 Desain UAV <i>liquid foliar fertilizer</i>	20
Gambar 5.4 Proses pembuatan komponen kerangka UAV	20
Gambar 5.5 Proses pemasangan motor pada <i>arm carbon propeller</i>	21
Gambar 5.6 Rangkaian elektronik pada <i>hexacopter</i>	21
Gambar 5.7 Rangkaian elektronik pada lengan <i>hexacopter</i>	22
Gambar 5.8 Pengujian fungsi komponen UAV dengan RC	22
Gambar 5.9 Pengujian gerak UAV <i>liquid foliar fertilizer</i>	23
Gambar 5.10 Hasil Pengujian gerak UAV	23
Gambar 5.11 Hasil Analisa perubahan kecepatan dengan arus, tegangan dan luas	24
Gambar 5.12 Draf submission ICOFA 2021.....	25
Gambar 5.13 Purwarupa UAV <i>foliar fertilizer</i>	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Draf submission ICOFA 2021</i>	32
Lampiran 2. Pengajuan HKI (Hak Kekayaan Intelektual)	33
Lampiran 2. Komponen UAV <i>foliar fertilizer</i>	34

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah salah satu jenis wahana terbang tanpa awak. Unmanned Aerial Vehicle juga sering disebut dengan nama Pesawat Udara Nir Awak (PUNA). Unmanned Aerial Vehicle merupakan wahana udara tanpa awak (pilot pengendali) di dalamnya. Karena tidak memiliki awak, UAV harus dikendalikan dari jarak jauh menggunakan remote control dari luar kendaraan atau biasa disebut Remotely Piloted Vehicle (RPV). Salah satu jenis UAV adalah multirotor yaitu wahana yang memiliki lebih dari satu rotor sebagai komponen penghasil daya angkat wahana tersebut sehingga dapat terbang di udara. Gaya angkat multirotor tersebut dihasilkan oleh putaran propeller yang digerakkan oleh motor (1).

Multirotor banyak menjadi objek penelitian salah satunya dalam bidang pertanian. multirotor dapat digunakan untuk melakukan survei lahan, pemantauan jarak jauh maupun lainnya untuk mempermudah aktivitas pertanian terutama untuk penyemprotan hama dan pemupukan [wardani]. Pemupukan lebih ditekankan pada pemupukan cair yang langsung disemprotkan pada daun atau disebut juga foliar fertilizer. Foliar fertilizer disemprotkan dengan harapan stomata pada daun dapat langsung menyerap nutrisi yang diberikan. UAV akan terbang membawa liquid (cairan) foliar fertilizer dan disemprotkan pada lahan yang telah ditentukan dengan jalur terbang yang telah terprogram didalam UAV. Pada penelitian sebelumnya kami telah menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) jenis multirotor yang dikombinasikan dengan sistem penyemprotan foliar fertilizer berkapasitas liquid 4 liter dengan pengaturan ketinggian terbang terbaik pada lahan pertanian (2). Penelitian UAV dengan foliar fertilizer kami lanjutkan pada bagian optimasi altitude dengan menambahkan sensor sonar sebagai sensor ketinggian wahana(3). kapasitas liquid 4L hanya mampu melakukan penyemprotan lahan dengan area yang terbatas. Kapasitas pupuk cair yang terbatas akan menjadi permasalahan pada UAV, karena perlu melakukan pengisian liquid berkali – kali jika digunakan untuk penyemprotan lahan yang

lebih luas. Oleh karena itu perlu adanya optimasi kapasitas cairan pada UAV sehingga kapasitasnya bertambah. Apabila kapasitas liquid foliar fertilizer UAV bertambah akan menambah luasan area penyemprotan foliar fertilizer.

Pada penelitian ini menitik beratkan pada bobot dari UAV agar sering mungkin namun dengan fungsi yang optimal dan peningkatan kapasitas pupuk cair yang diangkat oleh UAV. Peningkatan daya angkat berhubungan dengan beban (payload) yang akan diangkat oleh UAV. Penelitian ini menargetkan dapat mengangkat beban liquid foliar fertilizer sebesar 7 L. Dengan melakukan optimasi pada arm menggunakan metode arm carbon, sehingga tanpa mengurangi kekuatan dan fungsi UAV tersebut namun berat kotor komponen menjadi jauh lebih ringan sehingga bobot itu bisa di fokuskan untuk peningkatan kapasitas pupuk cair. Selain itu dengan semakin besarnya kapasitas pupuk cair tentunya menjadikan bobot semakin berat, kekurangan itu menimbulkan permasalahan yaitu membuat nilai PID keseimbangan bisa berubah dengan nilai yang cukup besar yang berakibat pada guncangan dan bisa menimbulkan gagal terbang atau UAV jatuh, oleh karena itu dilakukan penelitian untuk peningkatan kondisi ini yaitu dengan menggunakan metode split tank, agar nantinya dapat meminimalisir efek guncang dari besarnya kapasitas dan beratnya bobot yang diangkat sehingga peluang UAV gagal terbang atau jatuh tidak terjadi.

1.2 Rumusan masalah

Bagaimana wahana unmanned aerial vehicle (UAV) dapat dioptimalkan bobot pada arm menggunakan metode arm carbon dan peningkatan kapasitas pupuk cair berbasis split tank agar tidak terjadi perubahan nilai PID sehingga meminimalisir potensi gagal terbang dan dapat dilakukan penyemprotan foliar fertilizer pada area lahan yang lebih luas.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini menitik beratkan pada bobot dari UAV agar seringan mungkin namun dengan fungsi yang optimal dan peningkatan kapasitas pupuk cair yang diangkat oleh UAV. Peningkatan daya angkat berhubungan dengan beban (payload) yang akan di angkut oleh UAV. Penelitian ini menargetkan dapat mengangkat beban liquid foliar fertilizer sebesar 7 L. Dengan melakukan optimasi pada arm menggunakan metode arm carbon, sehingga tanpa mengurangi kekuatan dan fungsi UAV tersebut namun berat kotor komponen menjadi jauh lebih ringan sehingga bobot itu bisa di fokuskan untuk peningkatan kapasitas pupuk cair. Selain itu dengan semakin besarnya kapasitas pupuk cair tentunya menjadikan bobot semakin berat, kekurangan itu menimbulkan permasalahan yaitu membuat nilai PID keseimbangan bisa berubah dengan nilai yang cukup besar yang berakibat pada guncangan dan bisa menimbulkan gagal terbang atau UAV jatuh, oleh karena itu dilakukan penelitian untuk peningkatan kondisi ini yaitu dengan menggunakan metode split tank, agar nantinya dapat meminimalisir efek guncang dari besarnya kapasitas dan beratnya bobot yang diangkat sehingga peluang UAV gagal terbang atau jatuh tidak terjadi.

2.1. Unmanned Aerial Vehicle

Unmanned Aerial Vehicle pada awalnya dibuat dengan sangat sederhana dan akhirnya dikontrol secara otonom (autonomous). UAV juga semakin banyak digunakan untuk keperluan sipil (non militer) seperti membantu dibidang pertanian untuk melakukan penyemprotan pupuk yang dilakukan dari udara. Termasuk, pemetaan dan penghitungan jumlah tanaman (1).



Gambar 2. 1 UAV untuk foliar fertilizer

Pada penyemprotan seperti ditunjukkan gambar 2.1 UAV terbang sambil menyemprotkan membawa beban liquid foliar fertilizer. Wahana UAV jenis multirotor dapat terbang dengan memanfaatkan daya angkat dari masing – masing propeller. Propeller tersebut digerakkan oleh tiap – tiap motor yang berputar berlawanan arah. dimana F_{thrust} sebagai gaya angkat total UAV diperoleh dari penjumlahan F_{M1} , F_{M2} , F_{M3} , F_{M4} sebagai gaya masing – masing motor (4), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\underline{F}_{thrust} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ F_{M1} + F_{M2} + F_{M3} + F_{M4} \end{bmatrix}$$

UAV akan berhasil terbang jika F_{thrust} lebih besar 30 – 40 % dari massa total AUW (All Up Weigh). AUW adalah massa total dari wahana UAV yang terdiri dari massa kosong wahana itu sendiri dan massa beban (*payload*) wahana. Massa kosong W_{kosong} adalah massa sistem elektronik, massa frame dan massa motor. Sedangkan masa wahana adalah massa yang akan diangkat oleh wahana tersebut. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_{total} (AUW) = W_{kosong} + W_{beban} (payload)$$

$$F_{thrust} = W_{AUW} + (40\% \cdot W_{AUW})$$

2.2. Liquid Foliar Fertilizer

Foliar fertilizer merupakan istilah bagi pupuk yang cara aplikasinya dilakukan dengan penyemprotan ke bagian daun. Gambar 2.2 hasil penyemprotan foliar fertilizer diatas daun. Pupuk tersebut berupa cairan (liquid) dalam penggunaannya dicampur air dengan komposisi tertentu. Pupuk yang tercampur air inilah yang akan dibawa oleh UAV sebagai beban liquid foliar fertilizer. Aplikasi pupuk daun memiliki 3 kelebihan antara lain untuk penyerapan unsur hara yang diberikan berlangsung lebih cepat, pupuk daun mencegah kerusakan tanah lebih lanjut serta memiliki kandungan hara yang lebih lengkap (5). Namun untuk hasil aplikasi pupuk daun yang efektif dan efisien maka perlu memperhatikan kaidah-

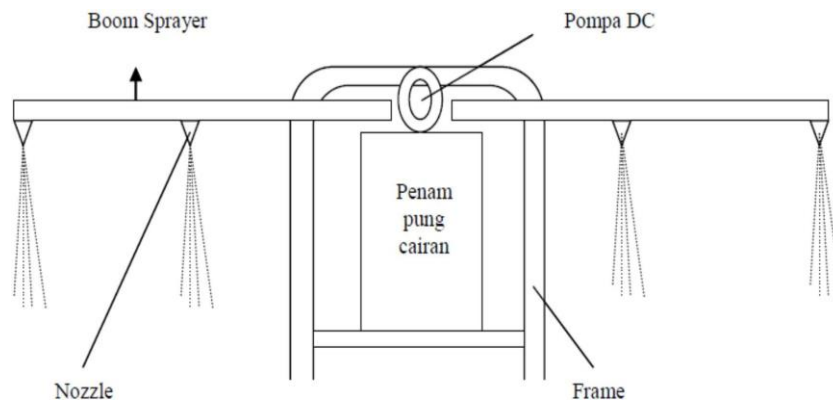
kaidahnya. Kaidah untuk petunjuk yang perlu diperhatikan saat aplikasi pupuk daun yaitu tepat teknik, tepat sasaran, tepat jenis, tepat waktu dan tepat dosis/konsentrasi.



Gambar 2.2 penyemprotan foliar fertiliser pada daun

Teknik yang adalah aplikasi pupuk daun dilakukan dengan cara penyemprotan, penyemprotan dilakukan sampai daun terlihat basah. Tepat sasaran adalah daun memiliki mulut daun yang disebut stomata, stomata terletak dibagian punggung daun, oleh karena itu agar aplikasi pupuk daun tepat sasaran maka saat penyemprotan, nozzle diarahkan kebagian daun yang menghadap ke bawah. Tepat jenis adalah jenis pupuk daun yang hendak dipakai disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai, apabila bertujuan untuk memacu pertumbuhan vegetatif maka pupuk daun yang digunakan adalah pupuk daun yang khusus untuk daun. Tepat dosis adalah dosis yang digunakan harus sesuai petunjuk pada kemasan, jika berlebihan akan menyebabkan daun terbakar. Tepat waktu adalah waktu yang ideal saat aplikasi pupuk daun yaitu pada pagi hari atau sore hari, pagi hari sekitar pukul 8-9 atau sore hari pukul 15.00 sampai maghrib, pada waktu inilah stomata akan membuka dengan sempurna, jangan dilakukan pada siang hari karena cuaca yang panas mengakibatkan pupuk daun banyak yang menguap sebelum terserap oleh tanaman.

2.3 Sistem Sprayer



Gambar 2.3 sistem sprayer sederhana

Sistem sprayer adalah sebuah sistem yang di dalam menyemprotkan cairan foliar fertilizer. Gambar 2.3 menunjukkan sistem sprayer sederhana untuk UAV (1). Sprayer terdiri dari beberapa bagian antara lain: penampung cairan atau tank liquid, pompa DC, boom sprayer, nozzel, dan frame, serta sistem kontrol elektronik. penampung cairan berfungsi untuk menampung liquid campuran fertilizer dan air dengan komposisi tertentu. Pompa DC berfungsi untuk memompa liquid yang terdapat pada penampung untuk dialirkan menuju nozel. Boom sprayer berfungsi untuk sebagai jalan liquid yang telah dipompa untuk menuju nozzel – nozzel. Nozzel berfungsi untuk menyemprotkan liquid foliar fertilizer ke lahan. Rangkaian kontrol elektronik berfungsi menjalankan motor DC sehingga liquid dapat mengalir pada boom sprayer dan menuju nozzel sehingga liquid dapat disemprotkan dengan sempurna. Motor DC akan otomatis berhenti jika liquid pada penampung telah habis dan memberikan sinyal pada UAV controller untuk pengisian kembali liquid tersebut (6).

2.4. Arm Karbon

Material arm karbon merupakan material terbuat dari serat karbon dimana sudah mulai populer di dekade 1970-an silam. Material berjenis komposit ini berkontribusi menambah kecepatan kendaraan saat melaju di lintasan. Karena karakteristiknya, serat karbon jauh lebih ringan dibandingkan logam. Jika proses pembuatannya mumpuni, permukaan serat karbon akan lebih kuat dari besi

sekalipun. Perlu diketahui, serat Karbon dibuat bahan baku yang disebut prekursor, terdiri dari sembilan puluh poliakrilonitril (PAN) dan 10 persen rayon atau petroleum pitch. Bahan-bahan tersebut merupakan polimer organik. Dengan kata lain, serat ini terdiri dari dua atau lebih material berbeda yang mana jika digabungkan dapat membentuk material dengan karakteristik baru. Kuat atau tidaknya hasil komposit tersebut tergantung tingkat ketepatan campurannya. Maka, prekursor masing-masing pabrikan mobil juga bervariasi. Agar menghasilkan komposit serat karbon dapat terbentuk kokoh, anyamannya dapat diletakkan pada sebuah cetakan dan diberi resin sebagai penguat, biasanya berbahan epoxy atau plastik. Material komposit satu ini banyak digunakan oleh pabrikan otomotif untuk mereduksi bobot kendaraan. Sedangkan di ranah motorsport penggunaan serat karbon tercantum dalam standar regulasi Corporate Average Fuel Economy (CAFE). Bahan tersebut dapat meningkatkan tampilan kendaraan dan menciptakan skala ekonomi produk. Karena alasan tersebut, material serat karbon mulai diaplikasikan pada kendaraan hybrid hingga full electric. Sebagai salah satu material aksesoris berkelas, pemasangan panel karbon pada tuning mobil umumnya mempertimbangkan fungsinya untuk mengurangi bobot, pada bagian kap mesin, fender, hard top hingga sejumlah panel bodi. Penggantian ini berefek pada pengurangan bobot yang signifikan, bisa mencapai 50 persen dari berat komponen aslinya.

2.5 Split Tank

Split tank merupakan tangki yang didalamnya berisi sekat-sekat, dimana fungsinya agar di dalam satu tangki bisa berisi beberapa jenis pupuk cair yang berbeda karakteristiknya, sehingga bisa menyesuaikan kebutuhan penggunaannya, cara kerja split tank ini mirip seperti mobil tangki BBM dari Pertamina, Dengan adanya sekat juga berfungsi agar BBM yang ada di dalam mobil tangki Pertamina tidak mengalami kebocoran karena terkena guncangan dari luar. Adapun jumlah sekat tiap mobil tangki juga berbeda. Sekat bisa berjumlah 1, 2, 3, 4, dan bahkan 5. Selain sebagai penyekat split tank ini juga berfungsi untuk mengurangi efek guncangan pada saat pergerakan kendaraan,

sehingga dengan minimnya potensi gerakan karena objek cair, tentunya memudahkan pengendalian daripada tanpa sekat dengan berisi benda cair dalam kapasitas besar yang berakibat memiliki daya dorong atau daya tarik pada saat terjadi gerakan frontal yang bisa berakibat kegagalan sistem karena kuatnya daya dorong atau tarik dari benda cair dalam kapasitas besar.

2.6. Roadmap Penelitian



Gambar 2. 4 Roadmap Penelitian

Pada roadmap penelitian menunjukkan penelitian yang telah lalu kami telah berhasil membuat akurasi altitude UAV dengan menambahkan sensor sonar sebagai optimasi *altitude*-nya. Pada gambar 2.4 menunjukkan tahun 2020 kami berhasil melakukan penambahan kapasitas brush dan juga optimasi baterai dengan ukuran brush yang lebih besar. Pada tahun 2021 ini kami melanjutkan penelitian dengan optimasi kapasitas pupuk cair pada UAV dengan metode arm carbon dapat menurunkan kapasitas bobot utama dari UAV tersebut, yang bertujuan dapat menambah kapasitas tangki untuk pupuk cair sehingga dapat menyemprotkan foliar fertilizer ke lahan yang lebih luas. Jika dibandingkan dengan penelitian

2018 kami telah membuat UAV yang mampu mengangkat beban liquid 1L, pada penelitian 2020 ini kami mencoba membawa liquid lebih banyak lagi. Dengan meningkatnya kapasitas dan bobotnya maka berpengaruh terhadap daya angkat dan daya guncang yang berpotensi menimbulkan kegagalan terbang, oleh karena itu kami memberikan inovasi dengan menggunakan split tank, dimana dg split tank dapat mengurangi tingkat guncangan pada saat terbang, sehingga peluang gagal terbang dapat diminimalisir.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan

Melakukan optimalisasi bobot dengan arm carbon dan peningkatan kapasitas pupuk cair pada wahana unmanned aerial vehicle untuk meningkatkan kapasitas penyemprotan foliar fertilizer dan split tank untuk mengatur keseimbangan nilai PID sehingga selain dapat mencapai area lahan yang lebih luas juga meminimalisir peluang gagal terbang.

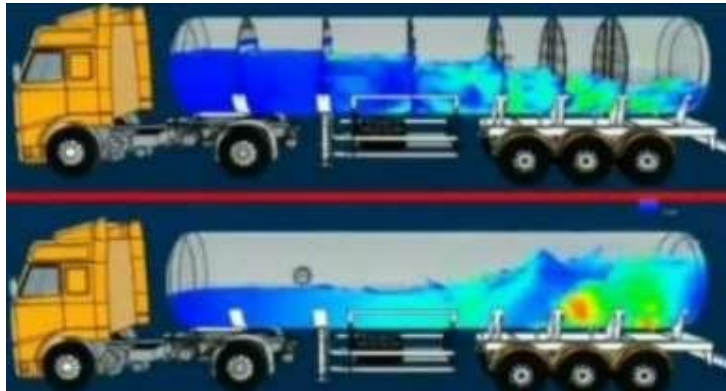
3.2 Manfaat Kegiatan

Dengan arm carbon menurunkan bobot UAV maka meningkatkan kapasitas pupuk cair sehingga menambah pupuk cair yang diangkut oleh unmanned aerial vehicle, selain itu dengan metode split tank maka UAV lebih stabil nilai PID nya, sehingga dapat memperluas area penyemprotan foliar fertilizer dan meminimalisir kemungkinan gagal terbang.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Sistem Yang Diusulkan

Pada penelitian optimalisasi kapasitas pupuk cair pada UAV untuk foliar fertilizer menitik beratkan pada pengurangan bobot utama dari UAV itu sendiri dengan menggunakan arm carbon, dimana memiliki kelebihan jauh lebih ringan daripada besi, namun memiliki kapasitas yang sama dengan kekuatan besi, sehingga bobot semakin ringan dan kapasitas pupuk cair meningkat. Selain itu juga dengan membuat kompartemen di dalam tabung pupuk cair sehingga meminimalisir guncangan pada saat terbang.

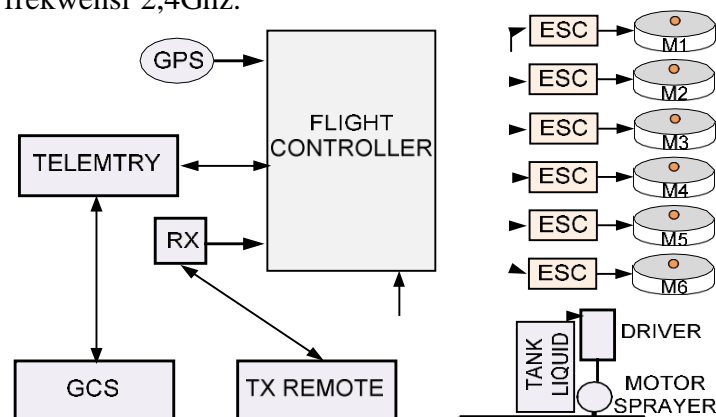


Gambar 4.1 Split Tank untuk mengurangi efek guncangan

Seperti terlihat pada gambar 4.1 terlihat perbedaan efek guncang antara adanya split tank dan tanpa adanya split tank, hal ini juga terjadi pada tangki UAV untuk foliar fertilizer, semakin besar kapasitas maka semakin besar pula efek guncang nya yang berotensi besar membuat UAV gagal terbang, Wadah penyimpanan ini disebut kompartemen tangki yang diberi sekat atau batas pemisah. Tujuannya agar memperkecil guncangan cairan ketika UAV terbang, sehingga UAV mudah dikendalikan. Meski demikian, kecepatan UAV dibatasi antara 45 km/jam sampai dengan 60 km/jam. Peningkatan daya angkat berhubungan dengan beban (payload) yang akan di angkut oleh UAV. Penelitian ini menargetkan dapat mengangkat beban liquid foliar fertilizer sebesar 5 L. Merujuk pada pustaka pada bab 2 Beban liquid 5L dijadikan W_{beban} (pay load).

UAV dapat mengangkat beban tersebut dengan perlengkapan dan komponen – komponen yang ada pada UAV, dalam hal ini dijadikan berat kosong UAV (W_{kosong}). Apabila perhitungan W_{beban} (pay load) dan kosong dijumlahkan dan ditambahkan 40% dari jumlah tersebut maka akan didapat gaya total yang dapat mengangkat UAV (W_{total} (AUW)). Dalam penelitian ini dirancang menggunakan UAV berjenis multi rotor model Hexacopter yaitu multirotor yang memiliki enam motor beserta propellernya.

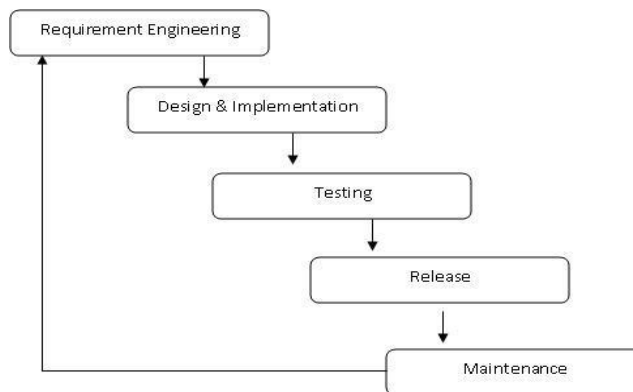
Perancangan sistem UAV ditunjukkan gambar 3.2 sistem UAV yang dilengkapi dengan sprayer. Sistem penggerak UAV menggunakan enam motor (M1- M6) dikendalikan dengan ESC masing – masing. ESC (*electric speed controller*) berfungsi untuk mengatur putaran motor berdasarkan kontrol dari *flight controller*. Disisi lain sistem sprayer juga dikontrol kerjanya dari *flight controller* melalui driver. Driver mengontrol motor sprayer bekerja memompa liquid yang ada di tank liquid untuk disemprotkan melalui nozzel. *Flight controller* berdasarkan informasi dari sensor kompas dan GPS, sensor barometer untuk mengendalikan jalannya UAV. *Flight controller* menerima perintah berupa koordinat jalur logitude dan latitude (*way point*) dari GCS (*Ground Control Station*). GCS dalam hal ini adalah PC (*personal computer*) menjalankan software mission planner. Telemetry menggunakan frekwensi 433Mhz berfungsi menghubungkan *Flight controller* dengan GCS. TX remote berfungsi untuk mengendalikan mode misi UAV dihubungkan dengan *Flight controller* melalui RX dengan frekwensi 2,4Ghz.



Gambar 4.2 Sistem UAV dilengkapi sprayer

4.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode waterfall, yang terdiri dari tahapan requirement engineering, design and implementation, testing, release dan maintenance (7). Tahapan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.2. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen dilakukan dimana penelitian melibatkan investigasi hubungan sebab akibat menggunakan tes yang dikendalikan oleh peneliti. Penelitian eksperimen dilakukan dimana penelitian melibatkan investigasi hubungan sebab akibat menggunakan tes yang dikendalikan oleh peneliti.



Gambar 4. 3 Tahapan Penelitian

4.3 Lokasi Penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian yang berjudul “Optimalisasi kapasitas pupuk cair berbasis split tank dengan arm carbon pada unmanned aerial vehicle untuk foliar fertilizer” ini akan dilaksanakan pada bulan April hingga November 2021. Lokasi pelaksanaan penelitian di laboratorium Sistem Komputer Kontrol – Jurusan Teknologi Informasi.

4.4 Alat Ukur Penelitian

Pada penelitian ini akan diukur tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan optimalisasi altitude flight track autonomous pada saat melakukan penyemprotan foliar fertilizer menggunakan unmanned aerial vehicle, jadi UAV

terbang sesuai dengan waypoint yang sudah ditentukan, waypoint yang telah ditentukan adalah bidang area pesawat terbang diatas bidang tanaman yang akan disemprot foliar fertilizer, selain terbang sesuai waypoint juga dilakukan pengujian pengukuran daya, arus dan luasan area yang mampu disemprot oleh UAV, karena dengan beban liquid yang ditambahkan menjadi 8L apakah ada potensi penurunan daya pada UAV sehingga mengakibatkan daya kurang maksimal. Arus pada UAV terutama arus motor juga diukur apabila ada potensi kenaikan arus pada motor melebihi data pada datasheet motor, maka akan menimbulkan kerusakan pada motor UAV. Pengukuran luasan yang berhasil disemprot dengan kecepatan yang dirubah rubah yaitu 2 m/s , 3 m/s , dan 5 m/s dengan laju aliran sprayer yang tetap yaitu 3 L/min (8).

4.5 Objek Penelitian

Objek penelitian pada tahun ini adalah tingkat akurasi kemampuan UAV dalam membawa beban *liquid foliar fertilizer* serta kemampuan dalam menyemprotkan liquid foliar fertilizer yang efektif sehingga mampu menjangkau luasan area yang maksimal.

4.6 Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengukur tingkat kemampuan UAV dalam mengangkat beban liquid foliar fertilizer di ketahui dengan analisis daya dan arus motor. Analisa luasan area penyemprotan *liquid foliar fertilizer* yang efektif dengan membandingkan kecepatan UAV dengan laju aliran sprayer yang tetap.

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Penelitian ini menggunakan metode waterfall dengan metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian antara lain:

1. Requirement engineering

Konsep pengembangan pelaksanaan penelitian yang dilakukan didasarkan pada kebutuhan dengan memperhatikan teknik rekayasa teknologi yang dapat difungsikan sebagaimana yang telah direncanakan.

2. Design

Dengan memperhatikan *requirement engineering* dan kebutuhan yang dapat difungsikan pada lingkungan, maka selanjutnya dilakukan rancangan sistem UAV yang dilengkapi dengan sprayer. Sistem penggerak UAV menggunakan enam motor (M1- M6) dikendalikan dengan ESC masing – masing.

3. Implementation

Kegiatan implementasi dilakukan dengan menerapkan di lapangan dengan menggunakan alat yang telah didesain. Kegiatan ini merupakan kegiatan utama dalam optimalisasi altitude flight track autonomous pada saat melakukan penyemprotan foliar fertilizer menggunakan unmanned aerial vehicle, jadi UAV terbang sesuai dengan waypoint yang sudah ditentukan, waypoint yang telah ditentukan adalah bidang area pesawat terbang diatas bidang tanaman yang akan disemprot foliar fertilizer.

4. Testing, release dan maintenance.

UAV terbang sesuai waypoint juga dilakukan *testing* pada pengukuran daya, arus dan luasan area yang mampu disemprot oleh UAV. Hal tersebut perlu juga dicermati adanya potensi penurunan daya pada UAV sehingga mengakibatkan daya kurang maksimal. Arus pada UAV terutama arus motor juga diukur apabila ada potensi kenaikan arus pada motor melebihi data pada datasheet motor, maka akan menimbulkan kerusakan pada motor UAV.

5.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

5.1.1 Requirement Engineering

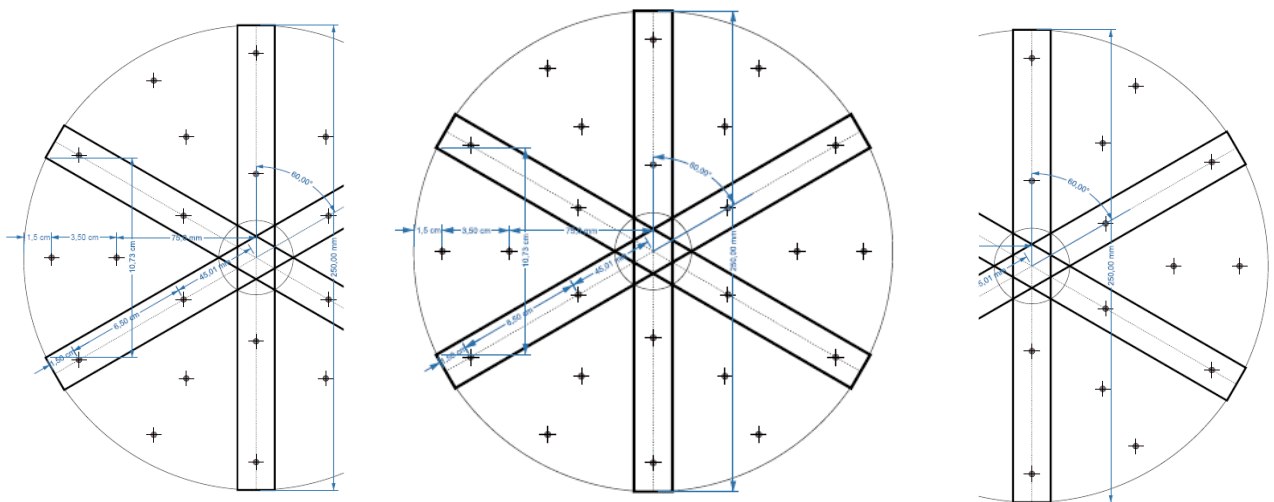
Pengurangan bobot utama dari UAV adalah fokus kajian yang akan dilakukan. Pengurangan bobot tersebut dilakukan dengan menggunakan arm carbon. Bahan tersebut dimana memiliki kelebihan jauh lebih ringan daripada besi, namun memiliki kapasitas yang sama dengan kekuatan besi, sehingga bobot semakin ringan dan kapasitas pupuk cair meningkat. Selain itu juga dengan membuat kompartemen di dalam tabung pupuk cair sehingga meminimalisir guncangan pada saat terbang. Penelitian ini menargetkan dapat mengangkat beban liquid foliar fertilizer sebesar 5 L. Beban liquid 5 L dijadikan W_{beban} (pay load). UAV dapat mengangkat beban tersebut dengan perlengkapan dan komponen – komponen yang ada pada UAV, dalam hal ini dijadikan berat kosong UAV (W_{kosong}). Apabila perhitungan W_{beban} (pay load) dan kosong dijumlahkan dan ditambahkan 40% dari jumlah tersebut maka akan didapat gaya total yang dapat mengangkat UAV (W_{total} (AUW)). Memperhatikan kebutuhan yang disesuaikan dengan *Requirement Engineering*, maka diperlukan komponen-komponen sebagai berikut.



Gambar 5.1 Komponen *Requirement Engineering*

5.1.2 Design

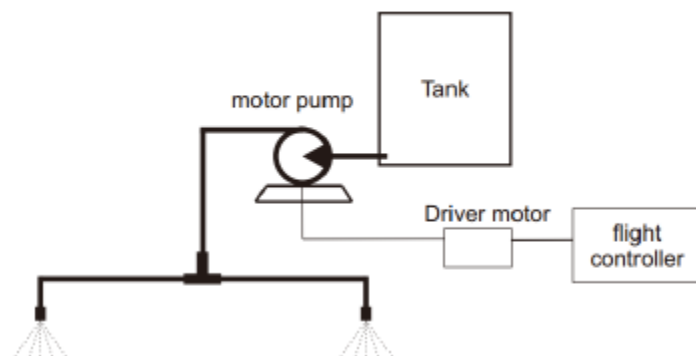
Dalam penelitian ini dirancang menggunakan UAV berjenis multi rotor model Hexacopter yaitu multirotor yang memiliki enam motor beserta propellernya. Desain UAV *hexacopter* harus memenuhi beberapa syarat utama, antara lain: simetri secara axial, ringan, aman serta mudah untuk proses *assembly*. Proses pembuatan desain harus dilakukan sedemikian rupa sehingga komponen-komponen yang akan dipasang simetri sehingga pusat gravitasi tepat berada ditengah. Hal ini penting agar beban baling-baling relatif sama satu sama lain. Material yang dipilih hendaknya kuat namun tidak terlalu berat. Pemilihan material yang keliru akan mengakibatkan daya rotor baling-baling akan semakin berat dan akan membutuhkan tenaga yang besar pula.



Gambar 5.2 Desain UAV model Hexacopter

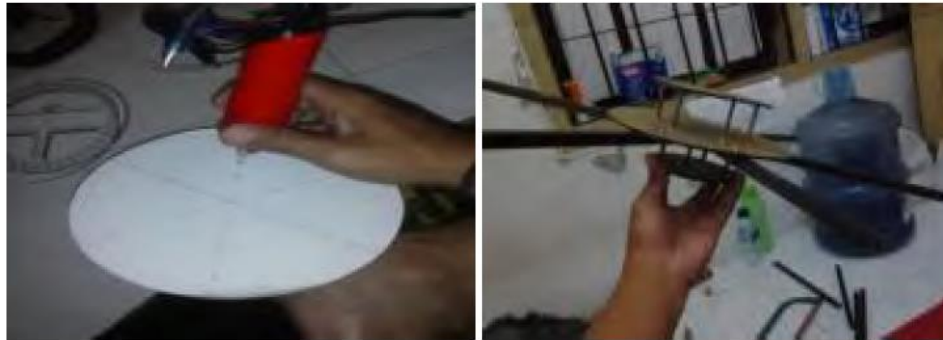
Sistem UAV yang dilengkapi dengan sprayer. Sistem penggerak UAV menggunakan enam motor (M1- M6) dikendalikan dengan ESC masing – masing. ESC (*electric speed controller*) berfungsi untuk mengatur putaran motor berdasarkan kontrol dari *flight controller*. Disisi lain sistem sprayer juga dikontrol kerjanya dari *flight controller* melalui driver. Driver mengontrol motor sprayer bekerja memompa liquid yang ada di tank liquid untuk disemprotkan melalui nozzel. *Flight controller* berdasarkan informasi dari sensor kompas dan GPS, sensor barometer untuk mengendalikan jalannya UAV. *Flight controller* menerima perintah berupa koordinat jalur logitude dan latitude (*way point*) dari

GCS (*Ground Control Station*). GCS dalam hal ini adalah PC (*personal computer*) menjalankan software mission planner. Telemetry menggunakan frekwensi 433Mhz berfungsi menghubungkan *Flight controller* dengan GCS. TX *remote* berfungsi untuk mengendalikan mode misi UAV dihubungkan dengan *Flight controller* melalui RX dengan frekwensi 2,4Ghz. Perancangan sistem UAV ditunjukkan pada Gambar 2 Sistem UAV yang dilengkapi dengan sprayer. NS Sistem penggerak UAV menggunakan enam motor (M1-M6) yang dikendalikan oleh ESC masing-masing. ESC (kecepatan listrik controller) berfungsi untuk mengatur putaran motor berdasarkan kontrol dari flight controller. Pada Di sisi lain, sistem penyemprot juga dikendalikan dari pengontrol penerbangan melalui pengemudi. Supir mengontrol motor sprayer untuk bekerja memompa cairan di tangki cairan untuk disemprotkan melalui nozzle. Pengontrol penerbangan berdasarkan informasi dari sensor kompas dan GPS, sensor barometer untuk mengontrol perjalanan UAV. Pengendali penerbangan menerima perintah dalam bentuk koordinat logitude dan latitude (titik jalan) dari GCS (*Ground Control Station*). GCS dalam hal ini adalah PC (komputer pribadi) menjalankan perangkat lunak perencana misi. Telemetry menggunakan frekuensi 433Mhz untuk menghubungkan pengontrol Penerbangan dengan GCS. Remote TX berfungsi untuk mengontrol mode misi UAV terhubung ke Flight controller melalui RX dengan frekuensi 2,4 GHz.



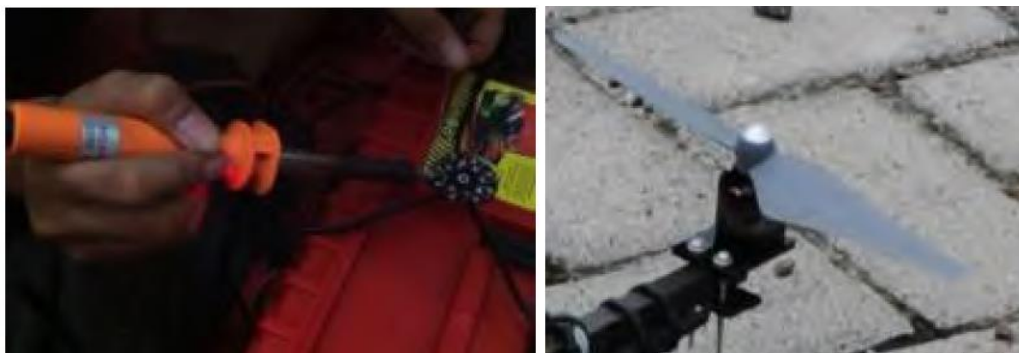
Gambar 5.3 Desain sprayer pada unmanned aerial vehicle untuk pupuk fe liar

Dengan desain UAV *liquid foliar fertilizer* yang telah disesuaikan dengan kebutuhan, maka selanjutnya dilakukan perakitan komponen. Komponen-komponen tersebut terdiri atas komponen kerangka UAV, komponen rangkaian elektronik dan rangkain fisik UAV.



Gambar 5.4 Proses pembuatan komponen kerangka UAV

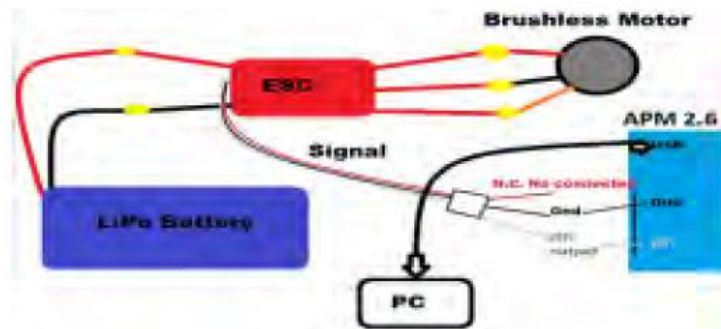
Pembuatan kerangka UAV diawali dengan pembuatan kerangka hexacopter dengan pembuatan keenam lengan pesawat yang didesain memiliki kepresisian yang baik dengan panjang lengan 175 mm dan ketebalan 1 mm dengan dimensi keenam batang harus sama. Lengan hexacopter terbuat dari material aluminium yang ringan dan tidak mudah patah.



Gambar 5.5 Proses pemasangan motor pada *arm carbon propeller*

Keenam motor pada pesawat hexacopter yang telah terbentuk disambung secara paralel pada *distribution board* yang tersambung dengan baterai. Setelah dilakukan penyolderan, maka keenam motor arm carbon propeller diletakkan diujung lengan pesawat yang sebelumnya telah dibuat seperti pada gambar 5.5.

Pada rangkaian komponen elektronika dibutuhkan rangkaian yang mulai dipasang pada pesawat hexacopter setelah kerangka mekanik terpasang. Komponen elektronik yang dibutuhkan terdiri dari motor, ESC, controller APM dan baterai seperti pada gambar



Gambar 5.6 Rangkaian elektronik pada *hexacopter*

Langkah selanjutnya adalah memasang komponen-komponen elektronik pada rangkaian pesawat *hexacopter* seperti pada gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Rangkaian elektronik pada lengan *hexacopter*

Langkah selanjutnya adalah pemasangan *split tank* yang akan diisi dengan *liquid* atau pupuk. Wadah penyimpanan ini disebut kompartemen tangki yang diberi sekat atau batas pemisah. Tujuannya agar memperkecil guncangan cairan ketika UAV terbang, sehingga UAV mudah dikendalikan. Meski demikian, kecepatan UAV dibatasi antara 45 km/jam sampai dengan 60 km/jam. Peningkatan daya angkat berhubungan dengan beban (payload) yang akan di angkut oleh UAV. Untuk mengetahui keterfungsian rangkaian komponen dan sistem elektronika yang telah dirangkai, maka selanjutnya dilakukan pengujian.

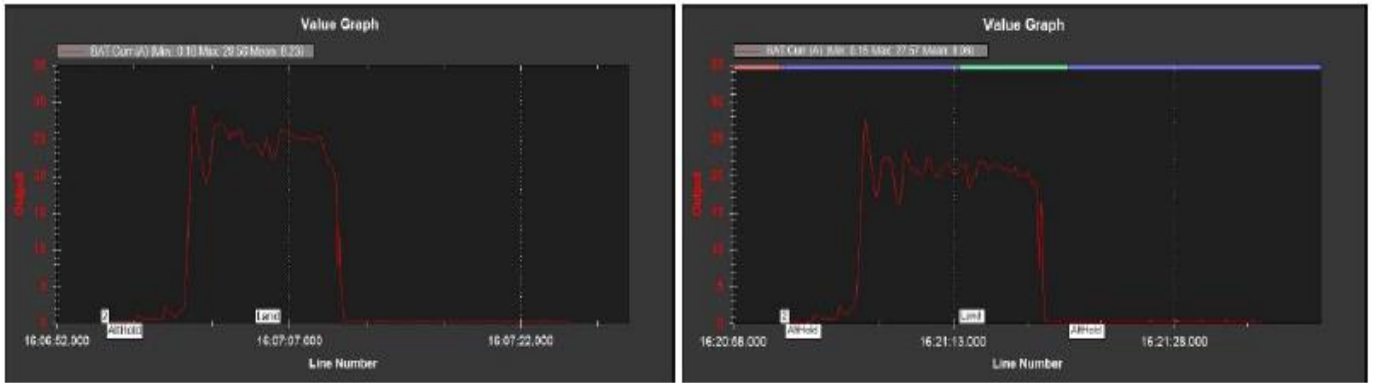
Sesuai target penelitian, UAV dapat mengangkat beban liquid foliar

fertilizer sebesar 5 L. Beban liquid 5L dijadikan W_{beban} (pay load). UAV dapat mengangkat beban tersebut dengan perlengkapan dan komponen – komponen yang ada pada UAV, dalam hal ini dijadikan berat kosong UAV (W_{kosong}). Apabila perhitungan W_{beban} (pay load) dan kosong dijumlahkan dan ditambahkan 40% dari jumlah tersebut maka akan didapat gaya total yang dapat mengangkat UAV ($W_{\text{total (AUW)}}$).



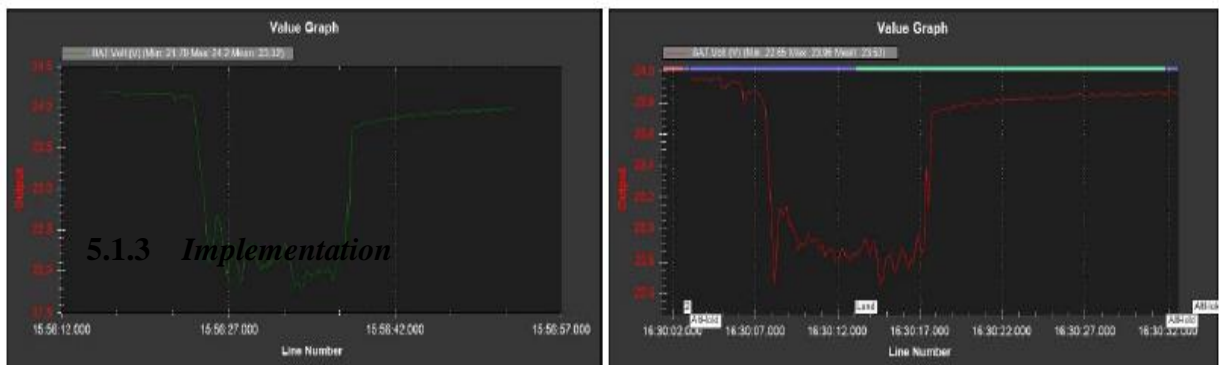
Gambar 5.8 Pengujian fungsi komponen UAV dengan RC

Tingkat keberhasilan sistem akan diukur dalam mengoptimalkan bobot dengan karbon lengan dan juga menstabilkan arus dan daya saat penyemprotan pupuk daun menggunakan kendaraan udara tak berawak, sehingga UAV terbang sesuai dengan waypoint yang telah ditentukan, waypoint yang telah ditentukan adalah pesawat daerah. terbang di atas area tanaman yang akan disemprot pupuk daun, selain terbang sesuai dengan waypoint, pengukuran daya, arus dan area yang dapat disemprotkan oleh UAV juga dilakukan keluar, karena dengan penambahan beban cairan hingga 5L, apakah ada potensi kehilangan daya di UAV, yang mengakibatkan dalam daya kurang dari maksimum? . Arus di UAV, terutama arus motor, juga diukur jika ada potensi kenaikan arus di motor melebihi data di datasheet motor, maka akan menyebabkan kerusakan pada motor UAV. Dengan tangki split dan juga optimasi menggunakan karbon pada sisi berat dari pesawat tak berawak kendaraan, data diperoleh dari grafik berikut. dengan tangki split dan juga optimasi menggunakan karbon di sisi berat kendaraan udara tak berawak dibandingkan dengan sebelumnya tanpa tangki split dan menggunakan rangka aluminium, berikut adalah grafik perbandingan daya dan arusnya



Gambar 5.9 Hasil Pengujian gerak UAV

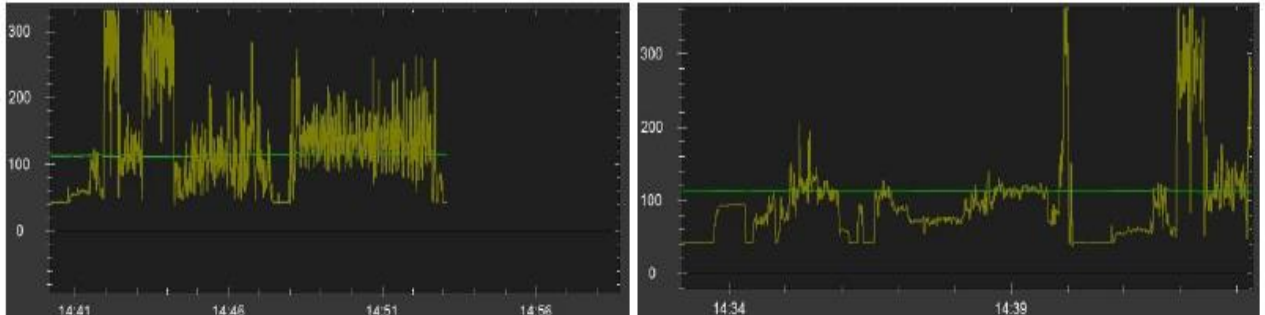
Pada Gambar 5.9 , dapat dilihat pada grafik di sebelah kiri bahwa daya dan arus dari antenna tak berawak kendaraan saat masih menggunakan lengan aluminium, dimana dapat dilihat besarnya arus sangat tinggi bila kondisinya dari awal sampai ketinggian, sedangkan pada grafik di sebelah kanan pada Gambar 5.9 , ini adalah grafik setelah optimasi menggunakan karbon lengan, di mana arus yang dibutuhkan sangat stabil dan tidak meningkat secara signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan arm carbon arus dan daya yang digunakan sangat efisien dan ini juga mempengaruhi penghematan baterai dan juga potensi kegagalan untuk terbang diminimalkan.



Gambar 5.10 Grafik penurunan tegangan

Gambar 5.10 menunjukkan penurunan tegangan pada grafik di sebelah kiri dalam kondisi menggunakan tangki tanpa split tank, sedangkan pada grafik di sebelah kanan adalah hasil setelah optimasi menggunakan split tank dapat terlihat bahwa grafik di sebelah kanan setelah optimasi dengan tangki split terlihat lebih stabil, dimana grafik menunjukkan kondisi kendaraan udara tak berawak sangat stabil saat start pada garis lintang yang telah ditentukan titik bujur ke posisi penahan

ketinggian atau dalam kondisi kendaraan udara tak berawak di ketinggian yang telah ditentukan.



Gambar 5.11 Perbandingan stabilitas dengan tangki split dan tangki non split

Pada Gambar 5.11 terlihat grafik UAV saat terbang dengan ketinggian 100 cm, pada grafik sebelah kiri anda dapat lihat grafik naik turun yang berarti kondisi UAV tidak stabil, sedangkan di grafik kanan adalah grafik saat menggunakan tangki split, yang terlihat sangat stabil dengan akurasi 80%. Percobaan pertama menunjukkan pada Tabel 1 bahwa berat maksimum yang dilakukan adalah 55% yaitu 6,6 Kg dari total gaya dorong motor 12 Kg, maka 50%, 45% dan 40%. Dalam penelitian ini, berat total UAV dapat direduksi maksimal hingga 25% dengan mengoptimalkan penggunaan carbon arm dan juga mengoptimalkan daya dan arus dengan menggunakan tangki split, tentunya hal ini membuat kendaraan udara tanpa awak lebih stabil dari awal hingga kondisi penahanan ketinggian.

Experiment	Load / thrust	Load	Vstart	Vstop	Vmin	lmin	lmax	Wp
Alluminium	50%	6.00	24.26	24.08	22.88	0.27	66.00	1595.22
Carbon	50%	6.00	24.14	23.99	23.10	0.30	54.16	1261.30
Non split	50%	6.00	24.08	23.90	23.17	1.28	51.54	1197.70
Split tank	50%	6.00	24.01	23.80	13.12	0.27	43.14	1003.00

Tabel 5.1 Hasil pengukuran optimasi beban UAV pada motor dorong

Tabel 5.1 menunjukkan perbandingan nilai arus dan tegangan UAV saat kendaraan terbang. Dengan membandingkan nilai tegangan dan arus pada setiap beban yang diuji, maka akan muncul pemilihan beban, yang menunjukkan rata-rata kenaikan arus dan drop tegangan (menurut datasheet motor). Perilaku

peningkatan arus atau penurunan tegangan yang terjadi ketika UAV terbang menunjukkan apakah UAV dimuat atau tidak.

Experiment	Weight (Kg)	Stability (%)
Alluminium	3.00	40
Carbon	2.20	70
Non split	6.00	40
Split tank	6.00	80

Tabel 5.2 Hasil Penurunan Berat

Tabel 5.2. menunjukkan hasil berat UAV dengan lengan aluminium dan lengan karbon, perbandingan berat menggunakan karbon maka berat UAV berkurang 0,8 atau berkurang 27% berat total saat menggunakan aluminium, stabilitas saat menggunakan tangki split juga meningkat dari sebelumnya stabilitas tangki tanpa split adalah 40%, setelah menggunakan tangki split stabilitas meningkat menjadi 80%.

5.2 Luaran yang telah dicapai


Luaran pada penelitian ini adalah sebagai pemateri pada Seminar Internasional yang diselenggarakan Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember dengan luaran berupa satu Prosiding Seminar Internasional IcoFA (International Conference on Food and Agriculture) 2021. Kemudian Hak Kekayaan Intelektual berupa hak cipta dengan status granted. Status tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) pada penelitian ini adalah pada level 6 (enam) karena pada penelitian ini purwarupa telah dibuat, peralatan dan mesin pendukung telah diuji coba dalam laboratorium, siap diuji pada lingkungan nyata/simulasi dan kondisi laboratorium dimodifikasi sehingga mirip dengan lingkungan yang sesungguhnya.

a. Seminar Internasional IcoFA (International Conference on Food and Agriculture) 2021

ICOFA 2021 Submission 73

The submission has been saved!

Submission 73

Title:	Optimization of Liquid Fertilizer Capacity Based on Split Tank With Carbon Arm On Unmanned Aerial Vehicle For Foliar Fertilizer
Paper:	 (Sep 13, 11:46 GMT) Liquid Fertilizer Capacity
Author keywords:	Split Tank Carbon Arm Unmanned Aerial Vehicle Foliar Fertilizer
Topics:	IT for Agriculture
Abstract:	Multirotor is the object of research, one of which is in the field of agriculture. Fertilization is more emphasized on liquid fertilization which is directly sprayed on the leaves or also called foliar fertilizer. Foliar fertilizer is sprayed with the hope that the stomata on the leaves can directly absorb the nutrients provided. The UAV will fly carrying liquid (liquid) foliar fertilizer and sprayed on a predetermined land with a flight path that has been programmed in the UAV. In previous research, we have used a multirotor Unmanned Aerial Vehicle (UAV) combined with a foliar fertilizer spraying system with a liquid capacity of 4 liters which is only capable of spraying land with a limited area. Because the load of the UAV frame itself is quite heavy. Therefore it is necessary to optimize the main frame of the UAV so that the capacity of liquid fertilizer on the UAV increases. If the capacity of liquid fertilizer is increased, it will increase the area for spraying foliar fertilizer. This study focuses on the weight of the UAV so that it is as light as possible but with optimal function and increasing the capacity of liquid fertilizer lifted by the UAV. The increase in lift is related to the payload to be transported by the UAV. This research targets to lift 7 liters of liquid foliar fertilizer. By optimizing the arm using the carbon arm method, so that without reducing the strength and function of the UAV, the gross weight of the components becomes much lighter so that the weight can be focused on increasing the capacity of liquid fertilizer. In addition, with the increasing capacity of liquid fertilizer, of course, the weight will be heavier, this deficiency causes problems, namely making the balance PID value change with a large enough value which results in shock and can cause flight failure or the UAV to fall, therefore research is carried out to improve this condition is by using the split tank method, so that later it can minimize the shaking effect of the large capacity and heavy weight lifted so that the chance of the UAV failing to fly or falling does not occur. Measurements taken are the success rate of the system in flying over the field of plants, testing the measurement of power, current and the area that can be sprayed by the UAV, with a constant sprayer flow rate of 3 L/min.
Submitted:	Sep 13, 11:46 GMT
Last update:	Sep 13, 11:46 GMT

Authors						
first name	last name	email	country	affiliation	Web page	corresponding?
Faisal	Lutfi	faisal.lutfi@polije.ac.id	Indonesia	Politeknik Negeri Jember		✓
Fendik	Eko	fendik_eko@polije.ac.id	Indonesia	Politeknik Negeri Jember		
Ahmad	Rofi	rofi@polije.ac.id	Indonesia	Politeknik Negeri Jember		

Gambar 5.12 Draft submission ICOFA 2021

Load and Stability Optimization Based Carbon Arm with Split Tank on Unmanned Aerial Vehicle for Foliar Fertilizer

F L Afriansyah¹, F E Purnomo², A Rofi¹, N Z Fanani², I Widiastuti¹

¹ Department of Information Technology,
² Department of Engineering,
Politeknik Negeri Jember, Mastrip Road PO BOX 164 Jember, Indonesia

Email: faisal.lutfi@polije.ac.id

Abstract. This research focuses on the load and stability of the unmanned aerial vehicle, that it is as light as possible but with optimal function of stability and increasing the capacity of liquid fertilizer lifted by the unmanned aerial vehicle. The increase in lift is related to the payload and stability to be transported by the unmanned aerial vehicle. By optimizing the arm using the arm carbon method, and stability with split tank, so that without reducing the strength and function of the unmanned aerial vehicle, the gross weight of the components becomes much lighter, so that the weight can be focused on increasing the capacity of liquid fertilizer and increasing capacity requires stability so that it can fly properly. In addition, with the increasing capacity of liquid fertilizer, of course, the weight will be heavier, this deficiency causes problems, namely making the balance and stability value can change with a large enough value which results in shock and can cause flight failure, therefore research is carried out to improve this condition is by using the split tank method, so stability can minimize the shaking effect of the large capacity and heavy weight lifted so that the chance of the unmanned aerial vehicle failed to fly. Measurements taken are the level of success of the system in flying over the agricultural land, testing power and current measurements. After testing, it was found that by using a split tank and carbon arm system, the current and power tend to be more stable, so that the battery life is longer, the capacity of liquid fertilizer can be increased and the potential for flight failure can be minimized with an accuracy of 90%, optimizing weight with arm carbon and increasing the capacity of liquid fertilizer 30% the capacity of spraying foliar fertilizer and split tank to stability increased 80% , thus expanding the coverage area.

Gambar 5.12 Artikel ICOFA 2021

b. Hak Kekayaan Intelektual berupa hak cipta dengan status granted

Pengajuan hak kekayaan intelektual berupa hak cipta telah diproses pada tahap pengajuan dengan nomor aplikasi EC00202158362 dan judul ciptaan Foliar Fertilizer Sprayer Drone pada tanggal 27 Oktober 2021.

Permohonan			
Nomor Aplikasi	EC00202158362		
Judul Ciptaan	Foliar Fertilizer Sprayer Drone		
Deskripsi	Ciptaan ini ada prototyping dalam bentuk drone pesawat nirawak yang digunakan sebagai alat peraga untuk precision farming pada teknologi pertanian, yang berfungsi sebagai drone untuk pupuk daun pada teknologi pertanian.		
Pengguna	Faisal Lutfi Alriansyah	Tanggal Pengajuan	27-10-2021 07:31:20
Jenis permohonan	UMK, Lembaga Pendidikan, Lembaga Litbang Pemerintah	Jenis Ciptaan	Alat Peraga
Tanggal Diumumkan	2021-10-27	Negara	Indonesia
Kota	Jember	Biaya	Rp. 200.000
Status Pembayaran	Lunas Pengajuan Pencatatan Ciptaan	Status Penerimaan	Menunggu Approval
Billing Code	820211027616554		

Gambar 5.13 Bukti permohonan HKI

c. Purwarupa UAV foliar fertilizer



Gambar 5.14 Purwarupa UAV foliar fertilizer

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Tahapan selanjutnya adalah mempersiapkan konsep persiapan menjadi prototype pada penelitian tahun ke-5 (pengajuan 2022). Dari hasil setiap percobaan menunjukkan adanya gagasan dan pengembangan pada model yang lebih inovatif dan presisi. Selain dari itu, juga selanjutnya akan menjadikan hasil penelitian ini sebagai bahan rujukan dan dasar dalam mengembangkan modelling system secara visualisasi maupun matematik parametrik.

Arah pengembangan akan dititik beratkan pada optimalisasi kontroller spayer yang bekerja secara independen. Hasil kajian ini juga akan dikembangkan menjadi modelling analysis matematik dalam sistem kontrol UAV berbasis *foliar fertilizier*.

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan kajian dan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut bahwa dengan optimasi kendaraan udara tak berawak rangka dari sebelumnya menggunakan bahan aluminium yang mengakibatkan bobot yang sangat berat kemudian tangki kondisi tidak terbelah, menghasilkan arus dan daya saat mulai menahan ketinggian yang sangat besar dan tidak stabil kondisi berpotensi gagal terbang, dengan optimasi menggunakan arm carbon yang dapat mengurangi bebannya hingga 900 gram, menghasilkan arus dan tegangan yang lebih stabil dengan peningkatan kapasitas pemupukan daun, maka dengan optimasi tangki split kesimpulannya adalah bahwa tangki split sangat membantu untuk stabilitas tanpa awak kendaraan udara pada kondisi awal terbang, tentunya dengan optimalisasi split tank yang dihasilkan dalam arus dan output daya yang sangat stabil, yang berarti potensi kegagalan terbang dapat diminimalkan, dimana kemungkinan gagal terbang sebelumnya maksimal 55% dan saat ini meningkat menjadi 90%.

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dan hasil penelitian, maka dapat diberikan saran sebagai berikut bahwa perlu adanya penelitian lanjutan untuk membuat sistem otomatis untuk sistem sprayer dengan melihat hasil dari penelitian di tahun sebelumnya dan kapasitas maksimal beban yang telah diteliti di tahun ini.


DAFTAR PUSTAKA

1. Hariyanto K, Santoso DW. Pengembangan Sistem Penyemprotan pada Platform Pesawat Tanpa Awak Berbasis Quadcopter untuk Membantu Petani Mengurangi Biaya Pertanian dalam Mendorong Konsep Pertanian Pintar (Smart Farming). *J Nas Teknol Terap*. 2017;1(1):87.
2. L D Soelaksini, F E Purnomo, F L Afriansyah, NMuna IW. Optimization of Flight Track Autonomous on Precision Farming Using Unmanned Aerial Vehicles For Foliar Farming. :5–9.
3. Afriansyah FL, Purnomo FE, Fanani NZ, Widiastuti I, Muna N. ALTITUDE OPTIMIZATION USING ULTRASONIC SENSORS OF UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR. :156–60.
4. Magnussen Ø, Skjønhaug K. Modeling, design and experimental study for a quadcopter system construction. 2011;1155. Available from: http://brage.bibsys.no/hia/handl/e/URN:NBN:nobibsys_brage_20668%5Cnbrage.bibsys.no/hia/retrieve/3900/uiareport.pdf
5. Krishna KR. Unmanned Aerial Vehicle Systems in Crop Production. Unmanned Aerial Vehicle Systems in Crop Production. 2019.
6. Wardani M, Yudhana A. Rancang Bangun Penyemprot Pesticida untuk Pertanian Padi Berbasis Quadcopter. *J Ilm Tek Elektro Komput dan Inform*. 2018;3(2):132.
7. Nunez S, Kabalan M, Singh P, Moncada V. Assessment of potential microgrid system comprising renewable energy in la Kasquita Community, Nicaragua. 2015 IEEE Canada Int Humanit Technol Conf IHTC 2015. 2015;386–400.
8. Muhammad MN, Wayayok A, Mohamed Shariff AR, Abdullah AF, Husin EM. Droplet deposition density of organic liquid fertilizer at low altitude UAV aerial spraying in rice cultivation. *Comput Electron Agric*. 2019;167(October).

Lampiran 1. *Draf submission ICOFA 2021*

ICOFA 2021 Submission 73

The submission has been saved!

Submission 73	
Title:	Optimization of Liquid Fertilizer Capacity Based on Split Tank With Carbon Arm On Unmanned Aerial Vehicle For Foliar Fertilizer
Paper:	 (Sep 13, 11:46 GMT)
Author keywords:	Liquid Fertilizer Capacity Split Tank Carbon Arm Unmanned Aerial Vehicle Foliar Fertilizer
Topics:	IT for Agriculture
Abstract:	Multirotor is the object of research, one of which is in the field of agriculture. Fertilization is more emphasized on liquid fertilization which is directly sprayed on the leaves or also called foliar fertilizer. Foliar fertilizer is sprayed with the hope that the stomata on the leaves can directly absorb the nutrients provided. The UAV will fly carrying liquid (liquid) foliar fertilizer and sprayed on a predetermined land with a flight path that has been programmed in the UAV. In previous research, we have used a multirotor Unmanned Aerial Vehicle (UAV) combined with a foliar fertilizer spraying system with a liquid capacity of 4 liters which is only capable of spraying land with a limited area. Because the load of the UAV frame itself is quite heavy. Therefore it is necessary to optimize the main frame of the UAV so that the capacity of liquid fertilizer on the UAV increases. If the capacity of liquid fertilizer is increased, it will increase the area for spraying foliar fertilizer. This study focuses on the weight of the UAV so that it is as light as possible but with optimal function and increasing the capacity of liquid fertilizer lifted by the UAV. The increase in lift is related to the payload to be transported by the UAV. This research targets to lift 7 liters of liquid foliar fertilizer. By optimizing the arm using the carbon arm method, so that without reducing the strength and function of the UAV, the gross weight of the components becomes much lighter so that the weight can be focused on increasing the capacity of liquid fertilizer. In addition, with the increasing capacity of liquid fertilizer, of course, the weight will be heavier, this deficiency causes problems, namely making the balance PID value change with a large enough value which results in shock and can cause flight failure or the UAV to fall, therefore research is carried out to improve this condition is by using the split tank method, so that later it can minimize the shaking effect of the large capacity and heavy weight lifted so that the chance of the UAV failing to fly or falling does not occur. Measurements taken are the success rate of the system in flying over the field of plants, testing the measurement of power, current and the area that can be sprayed by the UAV, with a constant sprayer flow rate of 3 L/min.
Submitted:	Sep 13, 11:46 GMT
Last update:	Sep 13, 11:46 GMT

Authors						
first name	last name	email	country	affiliation	Web page	corresponding?
Faisal Lutfi	Afriansyah	faisal.lutfi@polije.ac.id	Indonesia	Politeknik Negeri Jember		✓
Fendik Eko	Purnomo	fendik_eko@polije.ac.id	Indonesia	Politeknik Negeri Jember		
Ahmad	Rofi I	rofii@polije.ac.id	Indonesia	Politeknik Negeri Jember		

Lampiran 2. Pengajuan HKI (Hak Kekayaan Intelektual)

Permohonan			
Nomor Aplikasi	EC00202158362		
Judul Ciptaan	Foliar Fertilizer Sprayer Drone		
Deskripsi	Ciptaan ini ada prototyping dalam bentuk drone pesawat nirawak yang digunakan sebagai alat peraga untuk precision farming pada teknologi pertanian, yang berfungsi sebagai drone untuk pupuk daun pada teknologi pertanian.		
Pengguna	Faisal Lutfi Afriansyah	Tanggal Pengajuan	27-10-2021 07:31:20
Jenis permohonan	UMK, Lembaga Pendidikan, Lembaga Litbang Pemerintah	Jenis Ciptaan	Alat Peraga
Tanggal Diumumkan	2021-10-27	Negara	Indonesia
Kota	Jember	Biaya	Rp. 200.000
Status Pembayaran	Lunas Pengajuan Pencatatan Ciptaan	Status Penerimaan	Merunggu Approval
Billing Code	820211027616554		

Lampiran 3. Komponen UAV *foliar fertilizer*



Load and Stability Optimization Based Carbon Arm with Split Tank on Unmanned Aerial Vehicle for Foliar Fertilizer

F L Afriansyah¹, F E Purnomo², A Rofi'i², N Z Fanani², I Widiastuti¹

¹ Department of Information Technology,

² Department of Engineering,

Politeknik Negeri Jember, Mastrip Road PO BOX 164 Jember, Indonesia

Email: faisal.lutfi@polije.ac.id

Abstract. This research focuses on the load and stability of the unmanned aerial vehicle, that it is as light as possible but with optimal function of stability and increasing the capacity of liquid fertilizer lifted by the unmanned aerial vehicle. The increase in lift is related to the payload and stability to be transported by the unmanned aerial vehicle. By optimizing the arm using the arm carbon method, and stability with split tank, so that without reducing the strength and function of the unmanned aerial vehicle, the gross weight of the components becomes much lighter, so that the weight can be focused on increasing the capacity of liquid fertilizer and increasing capacity requires stability so that it can fly properly. In addition, with the increasing capacity of liquid fertilizer, of course, the weight will be heavier, this deficiency causes problems, namely making the balance and stability value can change with a large enough value which results in shock and can cause flight failure, therefore research is carried out to improve this condition is by using the split tank method, so stability can minimize the shaking effect of the large capacity and heavy weight lifted so that the chance of the unmanned aerial vehicle failed to fly. Measurements taken are the level of success of the system in flying over the agricultural land, testing power and current measurements. After testing, it was found that by using a split tank and carbon arm system, the current and power tend to be more stable, so that the battery life is longer, the capacity of liquid fertilizer can be increased and the potential for flight failure can be minimized with an accuracy of 90%, optimizing weight with arm carbon and increasing the capacity of liquid fertilizer 30% the capacity of spraying foliar fertilizer and split tank to stability increased 80% , thus expanding the coverage area..

1. Introduction

Foliar fertilizer is a term for fertilizer that is applied by spraying it onto the leaves. The fertilizer is in the form of a liquid in its use mixed with water with a certain composition. This fertilizer mixed with water will be carried by the unmanned aerial vehicle as a liquid foliar fertilizer load. The application of foliar fertilizers has 3 advantages, among others, for the absorption of the nutrients provided to take place more quickly, foliar fertilizers prevent further soil damage and have a more complete nutrient content. However, for the results of an effective and efficient application of foliar fertilizer, it is necessary to pay attention to the rules. The rules for instructions that need to be considered when applying foliar fertilizers are the right technique, the right target, the right type, the right time and the right dose/concentration [1].

The right way to foliar fertilizer is by spraying, spraying is done until the leaves look wet. The leaves have a leaf mouth called stomata, the stomata are located on the back of the leaf, therefore, in order to apply foliar fertilizer on target, when spraying, the nozzle is directed to the leaf facing downwards. The type of foliar fertilizer to be used is adjusted to the objectives to be achieved, if it aims to stimulate vegetative growth then the foliar fertilizer used is foliar fertilizer specifically for leaves. The dose used must be according to the instructions on the package, if excessive will cause the leaves to burn. The ideal time for application of foliar fertilizers is in the morning or evening, in the morning around 8-9 or in the afternoon from 15.00 to sunset, at this time the stomata will open perfectly, do not do it during the day because hot weather causes fertilizer Many leaves evaporate before being absorbed by plants [2].

The sprayer system is a system that sprays foliar fertilizer liquid. The sprayer consists of several parts, including: liquid reservoir or liquid tank, DC pump, boom sprayer, nozzle, and frame, as well as an electronic control system. liquid reservoir serves to accommodate a liquid mixture of fertilizer and water with a certain composition. The DC pump functions to pump the liquid contained in the reservoir to be flowed to the nozzles. The boom sprayer functions as a path for the liquid that has been pumped to get to the nozzles. The nozzle is used to spray liquid foliar fertilizer onto the land. The electronic control circuit functions to run a DC motor so that liquid can flow on the boom sprayer and into the nozzle so that the liquid can be sprayed perfectly. The DC motor will automatically stop if the liquid in the reservoir has run out and give a signal to the unmanned aerial vehicle controller to refill the liquid [3].

Carbon arm material is a material made of carbon fiber which has become popular in the 1970s. This composite type material contributes to increasing the speed of the vehicle when driving on the track. Due to its characteristics, carbon fiber is much lighter than metal. If the manufacturing process is qualified, the carbon fiber surface will be stronger than even iron. Please note, Carbon fiber is made from a raw material called a precursor, consisting of ninety polyacrylonitrile and 10 percent rayon or petroleum pitch. These materials are organic polymers. In other words, these fibers consist of two or more different materials which when combined can form a material with new characteristics. The strength of the composite results depends on the level of accuracy of the mixture. Thus, the precursors also vary. In order to produce a carbon fiber composite that can be formed firmly, the woven can be placed in a mold and given a resin as a reinforcement, usually made of epoxy or plastic. This composite material is widely used by manufacturers to reduce vehicle weight. These materials can enhance the appearance of the vehicle and create economies of scale for the product. For this reason, carbon fiber materials are starting to be applied to hybrid to full electric vehicles, including unmanned aerial vehicles because of their proven strength. Installation of carbon panels on unmanned aerial vehicles generally considers its function to reduce weight, on the arm, cover, hard top to a number of body panels. This replacement effect on a significant reduction in weight, can reach 50 percent of the weight of the original components [3].

Split tank is a tank that contains barriers, where the function is so that in one tank it can contain several types of liquid fertilizer with different characteristics, so that it can adjust to the needs of its use, the way a split tank works is similar to a fuel tank car. so that the fuel in the tank car does not leak due to external shocks. The number of bulkheads for each tank car is also different. The bulkheads can be 1, 2, 3, 4, and even 5. Apart from being a split tank divider, this also serves to reduce the effects of shocks during vehicle movement, so with minimal potential for movement due to liquid objects, of course, it is easier to control than without a bulkhead containing a liquid object in a large capacity which results in having a push or attraction when a frontal movement occurs which can result in system failure due to the strong pushing or pulling force of a liquid object in a large capacity [2][4].

This research focuses on the weight of the UAV so that it is as light as possible but with optimal function and increasing the capacity of liquid fertilizer lifted by the UAV. The increase in lift is related to the payload to be transported by the UAV. This research targets to be able to lift the liquid foliar fertilizer load of 4 L. By optimizing the arm using the arm carbon method, so that without reducing the strength and function of the UAV, the gross weight of the components becomes much lighter so that the

weight can be focused on increasing the capacity of liquid fertilizer. In addition, with the increasing capacity of liquid fertilizer, of course, the weight will be heavier, this deficiency causes problems, namely making the balance PID value can change with a large enough value which results in shock and can cause flight failure or the UAV to fall, therefore research is carried out to improve this condition is by using the split tank method, so that later it can minimize the shaking effect of the large capacity and heavy weight lifted so that the chance of the UAV failing to fly or falling does not occur. Measurements taken are the level of success of the system in flying over the plant field, testing power and current measurements. After testing, it was found that by using a split tank and carbon arm system, the current and power tend to be more stable, so that the battery life is longer, the capacity of liquid fertilizer can be increased and the potential for flight failure can be minimized.



Figure 1. Unmanned aerial vehicle for foliar fertilizer with carbon arm based split tank

2. Related Work

The UAV will fly with liquid foliar fertilizer (liquid) and spray it on a predetermined land using a flight path that has been programmed in the UAV. In previous studies, we have used a multirotor type UAV combined with a foliar spraying system with 3 liters of liquid, which can only spray a limited area of land. The limited liquid capacity will be a problem for the UAV because it will need to refill the liquid many times if it is used to spray a larger area. Therefore, it is necessary to optimize the fluid load on the UAV to increase its capacity. If the capacity of UAV liquid foliar fertilizer increases, the area of foliar fertilizer spraying will increase. This research focuses on increasing UAV capacity and designing a UAV system equipped with a sprayer. The increase in lift is related to the payload that the UAV must carry. In another study the measurements made were the success rate of the system in flying over the fields, testing the measurement of power, current, battery capacity, and different loadings of 40, 45, 50, 55 percent of the total weight of the unmanned aerial vehicle [1].

Previous research has been doing using UAVs to facilitate agricultural activities. Even the spraying capability is limited to crop protection [4] and flight speed, spraying rate at the targeted surface droplet deposition density. This research aims to evaluate operating parameters such as UAV flight speed. Trials were carried out using UAVs with different flight speeds (2.6 & 6 m / s), at a constant altitude of 2 m above rice plants using foliar fertilizer, with different spraying speeds. (0.75, 1.5, 2.25 and 3.00 L / min) used water-sensitive paper as samples and analyzed statistically. The experimental results show that droplet uniformity and droplet deposition density are higher when the UAV flight speed is maintained at a lower speed (2 m / s) compared to higher flight speeds (4 and 6 m / s) [5][6]. Optimizing weight with arm carbon and increasing the capacity of liquid fertilizer on unmanned aerial vehicles to increase

the capacity of spraying foliar fertilizer and split tanks to adjust the balance of PID values so that apart from reaching a wider area of land, it also minimizes flight failures.

3. Method

This research focuses on the weight of the UAV so that it is as light as possible but with optimal function and increasing the capacity of liquid fertilizer lifted by the UAV. The increase in lift is related to the payload to be transported by the UAV. This research targets to be able to lift the liquid foliar fertilizer load of 4 L. By optimizing the arm using the arm carbon method, so that without reducing the strength and function of the UAV, the gross weight of the components becomes much lighter so that the weight can be focused on increasing the capacity of liquid fertilizer [7]. In addition, with the increasing capacity of liquid fertilizer, of course, the weight will be heavier, this deficiency causes problems, namely making the balance PID value can change with a large enough value which results in shock and can cause flight failure or the UAV to fall, therefore research is carried out to improve this condition is by using the split tank method, so that later it can minimize the shaking effect of the large capacity and heavy weight lifted so that the chance of the UAV failing to fly or falling does not occur. Measurements taken are the level of success of the system in flying over the plant field, testing power and current measurements. After testing, it was found that by using a split tank and carbon arm system, the current and power tend to be more stable, so that the battery life is longer, the capacity of liquid fertilizer can be increased and the potential for flight failure can be minimized [8].

In spraying as shown in figure 1, unmanned aerial vehicle fly while spraying carrying a load of liquid foliar fertilizer. The multirotor type UAV vehicle can fly by utilizing the lift from each propeller. The propeller is driven by each motor that rotates in the opposite direction. where F_{thrust} as the total lifting force of the UAV is obtained from the sum of FM1, FM2, FM3, FM4, FM n... as the force of each motor, with the following equation:

$$F_{thrust} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ [Fm1 + Fm2 + Fm3 + Fm4] & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

The UAV will successfully fly if the F_{thrust} is 30-40% greater than the total mass of the AUW (All Up Weigh). AUW is the total mass of the UAV vehicle which consists of the empty mass of the vehicle itself and the payload of the vehicle. The empty blank mass is the mass of the electronic system, the mass of the frame and the mass of the motor. Meanwhile, the mass of the unmanned aerial vehicle is the mass that will be lifted by the unmanned aerial vehicle. With the following equation:

$$W_{sum} (AUW) = W_{non\ payload} + W_{payload} \quad (2)$$

$$F_{thrust} = W_{sum} (AUW) + (40\% * W_{sum}(AUW)) \quad (3)$$

With arm carbon, reducing the weight of the UAV, it increases the capacity of liquid fertilizer so that it adds liquid fertilizer that is transported by unmanned aerial vehicles, in addition to the split tank method, the UAV has a more stable PID value, so it can expand the area for spraying foliar fertilizer and minimize the possibility of failing to fly. Split tank is a tank that contains barriers, where the function is so that in one tank it can contain several types of liquid fertilizer with different characteristics, so that it can adjust to the needs of its use. Apart from being an insulator, this split tank also serves to reduce the effects of shocks during the movement of unmanned aerial vehicles, so that with the minimal potential for movement due to liquid objects, of course, it is easier to control than without a bulkhead by containing liquid objects in large capacities which result in having a push or attraction to the body. when there is a frontal movement that can result in system failure due to the strong pushing or pulling force of a large capacity liquid object.

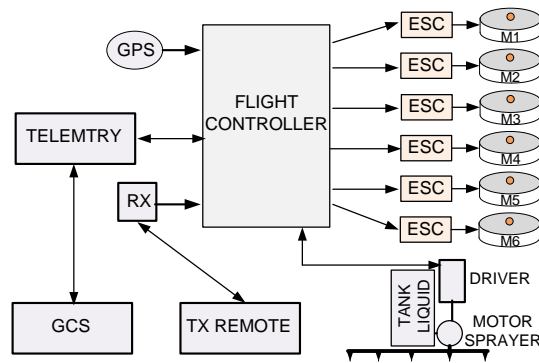


Figure 2. Design of unmanned aerial vehicle with arm carbon and split tank

The design of the UAV system is shown in Figure 2 UAV system equipped with a sprayer. The UAV drive system uses six motors (M1-M6) controlled by their respective ESC. ESC (electric speed controller) serves to regulate the rotation of the motor based on the control of the flight controller. On the other hand, the sprayer system is also controlled from the flight controller via the driver. The driver controls the sprayer motor to work to pump the liquid in the liquid tank to be sprayed through the nozzle. Flight controller based on information from compass and GPS sensors, barometer sensors to control the course of the UAV. The flight controller receives a command in the form of the coordinates of the longitude and latitude (way point) from the GCS (Ground Control Station). GCS in this case is a PC (personal computer) running mission planner software. Telemetry uses a frequency of 433Mhz to connect the Flight controller with the GCS. TX remote serves to control the UAV mission mode connected to the Flight controller via RX with a frequency of 2.4 GHz [9].

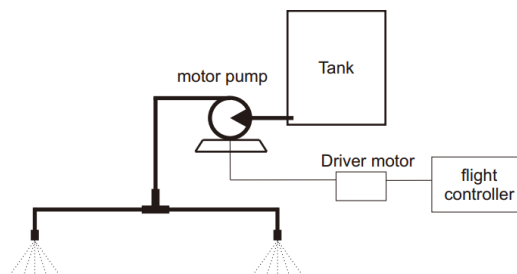


Figure 3. Desain of sprayer on unmanned aerial vehicle for feliar fertilizer

The pump motor in figure 3 functions to pump the liquid contained in the reservoir to be flowed to the nozzles. The boom sprayer functions as a path for the liquid that has been pumped to get to the nozzles. The nozzle is used to spray liquid foliar fertilizer onto the land. The electronic control circuit functions to run a DC motor so that liquid can flow on the boom sprayer and into the nozzle so that the liquid can be sprayed perfectly. The sprayer pump motor, fertilizer discharge can be adjusted by changing the voltage value of the pump motor through the motor driver. the motor driver regulates the pump motor voltage with the pwm of the flight controller which is remotely connected to the GCS. so that the fertilizer discharge can be adjusted via the remote UAV on the GCS.

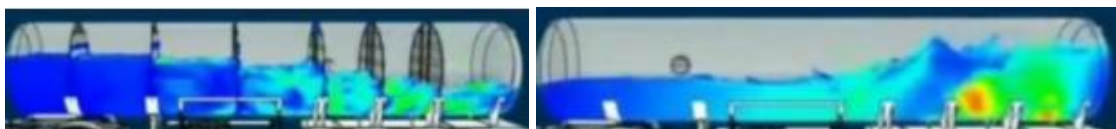


Figure 4. Split tank to reduce shock of foliar fertilizer

As shown in Figure 4, you can see the difference in the shaking effect between the presence of a split tank and without a split tank, this also happens to the UAV tank for foliar fertilizer, the larger the capacity, the greater the shaking effect which has the potential to make the UAV fail to fly, Storage container This is called the tank compartment which is given a bulkhead or dividing line. The goal is to minimize fluid shock when the UAV flies, so that the UAV is easy to control. However, the speed of the UAV is limited between 45 km/hour to 60 km/hour. The increase in lifting power is related to the payload to be transported by the UAV.

4. Experimental Result

The success rate of the system will be measured in optimizing weight with arm carbon and also stabilizing current and power when spraying foliar fertilizer using an unmanned aerial vehicle, so the UAV flies according to a predetermined waypoint, the waypoint that has been determined is the plane area. flying over the plant area to be sprayed with foliar fertilizer, in addition to flying according to the waypoint, the measurement of power, current and area that can be sprayed by the UAV is also carried out, because with the added liquid load to 5L, is there a potential for power loss in the UAV, resulting in less than maximum power? . The current in the UAV, especially the motor current, is also measured if there is a potential increase in the current in the motor exceeding the data in the motor datasheet, it will cause damage to the UAV motor.

With the split tank and also optimization using carbon on the weight side of the unmanned aerial vehicle, the data obtained from the following graph. with the split tank and also optimization using carbon on the weight side of the unmanned aerial vehicle compared to before without a split tank and using an aluminum frame, here is a graph of the power and current comparison.

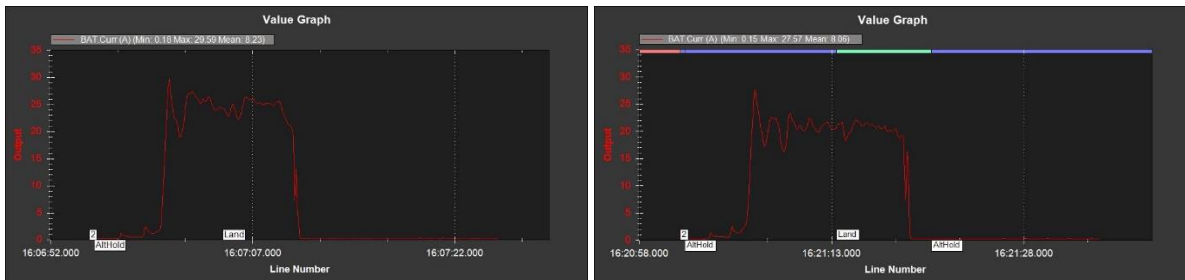


Figure 5. Power comparison when using aluminum arm with carbon

In Figure 5, it can be seen in the graph on the left that the power and current of the unmanned aerial vehicle when it is still using the aluminum arm, where it can be seen that the magnitude of the current is very high when the conditions are from start to altitude hold, while in the graph on the right in Figure 5, it is the graph after optimization using arm carbon, where the current required is very stable and does not increase significantly, so it can be concluded that by using arm carbon the current and power used are very efficient and this also affects battery saving and also the potential for failure to fly minimized.

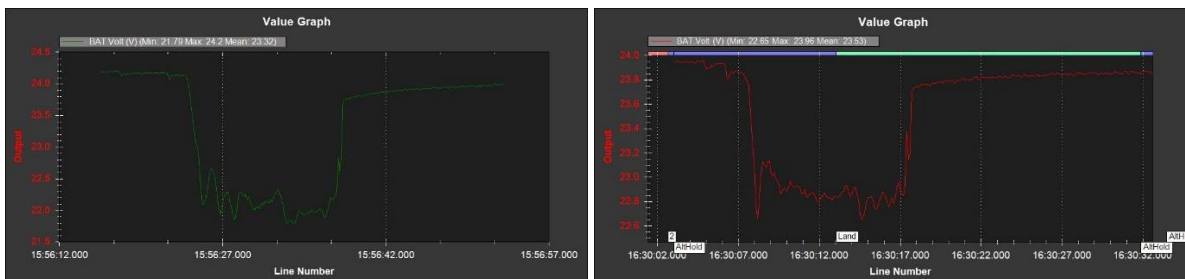


Figure 6. Rated voltage drop

Figure 6 shown the voltage drop on the graph on the left is in the condition of using a tank without a split tank, while on the graph on the right it is the result after optimization using a split tank, it can be seen that the graph on the right after optimization with a split tank looks more stable, where the graph shows the condition of the unmanned aerial vehicle is very stable at start at a predetermined latitude longitude point to the altitude hold position or in an unmanned aerial vehicle condition at a predetermined altitude.

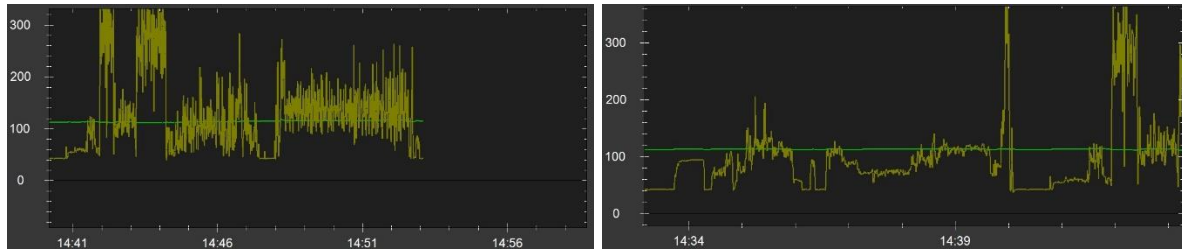


Figure 7. Comparison of stability with split tank and non split tank

in Figure 7 shown the UAV chart when flying with an altitude of 100 cm, on the left graph you can see an up and down graph which means the UAV condition is unstable, while on the right graph is a graph when using a split tank, which looks very stable to accuracy 80%

The first experiment shows in Table 1 that a maximum weight of 55% is carried out, namely 6.6 Kg of the total thrust of the 12 Kg motor, then 50%, 45% and 40%. In this study, the total weight of the UAV can be reduced to a maximum of up to 25% by optimizing the use of carbon arm and also optimizing the power and current by using a split tank, of course this makes the unmanned aerial vehicle more stable from start to altitude hold conditions.

Table 1. The results of measuring the optimization of the UAV load on the thrust motor

Experiment	Load / thrust	Load	Vstart	Vstop	Vmin	Imin	Imax	Wp
Alluminium	50%	6.00	24.26	24.08	22.88	0.27	66.00	1595.22
Carbon	50%	6.00	24.14	23.99	23.10	0.30	54.16	1261.30
Non split	50%	6.00	24.08	23.90	23.17	1.28	51.54	1197.70
Split tank	50%	6.00	24.01	23.80	13.12	0.27	43.14	1003.00

Table 1 shown the compares of current and voltage values of the UAV when the vehicle is flying. By comparing the value of voltage and current to each load being test, it will show the load selection, which shows the average increase in current and voltage drop (according to the motor datasheet). The behaviour of an increased current or decrease voltage that occurs when the UAV is flying indicates whether or not the UAV is loaded.

Table 2. Weight Reduction Result

Experiment	Weight (Kg)	Stability (%)
Alluminium	3.00	40
Carbon	2.20	70
Non split	6.00	40
Split tank	6.00	80

Table 2. shown the result of the weight of the UAV with aluminum arm and carbon arm, the comparison of weight using carbon then the weight of the UAV is reduced by 0.8 or reduced by 27% of the total weight when using aluminum, stability when using a split tank also increases from previously without split tank stability was 40%, after using split tank stability increased to 80%.

5. Conclusion

The results of this research can be concluded that with the optimization of the unmanned aerial vehicle frame from previously using aluminum material which resulted in a very heavy weight then the tank conditions were not split, resulting in current and power at start to very large and unstable altitude hold conditions. has the potential to fail to fly, with optimization using arm carbon which can reduce its load to 900 grams, resulting in more stable currents and voltages with increased foliar fertilizer capacity, then with split tank optimization the conclusion is that split tanks are very helpful for stability unmanned aerial vehicle in the initial conditions of flight, of course with the optimization of the split tank resulting in a very stable current and power output, which means the potential for failure to fly can be minimized, where the chance of failing to fly previously was maximum at 55% and is currently increasing to 90%.

Acknowledgments

The author would like to thanks PNBP fund research program, number: 366 / PL17.4 / PG / 2021 has supported this research.

References

- [1] F. E. Purnomo, F. L. Afriansyah, "Liquid Load Optimization of Unmanned Aerial Vehicle For Foliar Fertilizer," pp. 5–9, 2021.
- [2] I. Widiastuti, N. Muna, F. L. Afriansyah, and F. E. Purnomo, "Automatic Image Stitching of Agriculture Areas based on Unmanned Aerial Vehicle using SURF," pp. 388–393, 2019.
- [3] F. L. Afriansyah, N. Muna, I. Widiastuti, N. Z. Fanani, and F. E. Purnomo, "Image Mapping Detection of Green Areas Using Speed Up Robust Features," pp. 2–5, 2017.
- [4] M. Nurfaiz *et al.*, "Droplet deposition density of organic liquid fertilizer at low altitude UAV aerial spraying in rice cultivation," vol. 167, no. October, 2019.
- [5] M. Mozaffari, Wa. Saad, M. Bennis and M. Debbah, "Unmanned Aerial Vehicle With Underlaid Device-to-Device Communications: Performance and Tradeoffs," in IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 15, no. 6, pp. 3949-3963, June 2016, doi: 10.1109/TWC.2016.2531652.
- [6] M. Huang, B. Xian, C. Diao, K. Yang and Y. Feng, "Adaptive tracking control of underactuated quadrotor unmanned aerial vehicles via backstepping," Proceedings of the 2010 American Control Conference, Baltimore, MD, 2010, pp. 2076-2081, doi: 10.1109/ACC.2010.5531424.
- [7] Z. Song, H. Zhang, F. Liu, S. Chen and F. Zhang, "Unmanned Aerial Vehicle Coverage Path Planning Algorithm Based on Cellular Automata*," 2018 International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE), Changchun, China, 2018, pp. 371-374, doi: 10.1109/ICISCAE.2018.8666895.
- [8] F. L. Afriansyah, F. E. Purnomo, N. Z. Fanani, I. Widiastuti, and N. Muna, "Altitude Optimization Using Ultrasonic Sensors Of Unmanned Aerial Vehicle For Foliar Fertilizer," pp. 156–160, 2019.
- [9] F. Zakharin and S. Ponomarenko, "Unmanned aerial vehicle integrated navigation complex with adaptive tuning," 2017 IEEE 4th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD), Kiev, 2017, pp. 23-26, doi: 10.1109/APUAVD.2017.8308768.