

# PERANCANGAN DAN REALISASI PESAWAT UDARA TANPA AWAK UNTUK PEMETAAN UDARA

Ezra Julio Subagya

NRP : 1222004

email : ezrajulio@gmail.com

## ABSTRAK

Dalam dunia sipil dan militer banyak pekerjaan dan misi yang memerlukan pesawat udara, seperti misi pengawasan wilayah, mensurvei lahan untuk pembangunan, mengambil foto dan video untuk pembuatan film, memantau wilayah perbatasan negara, dan lain-lain. Semua pelaksanaan pekerjaan atau misi tersebut memerlukan pesawat udara yang harus dikendalikan oleh pilot yang handal, biaya perawatannya yang tinggi, ijin mengudara, perencanaan yang matang, dan memerlukan waktu yang lama.

Dalam upaya mengatasi masalah tersebut, teknologi pesawat udara tanpa awak (UAV) menjadi salah satu solusi, karena pertimbangan biaya operasional, resiko kecelakaan, dan waktu persiapan terbang. Tugas Akhir dilakukan dengan merancang dan merealisasikan pesawat karakteristik *glider* berbahan *polyfoam* sebagai bahan utama, menggunakan kayu balsa sebagaiudukan motor elektrik, dan *carbon fiber* sebagai struktur sayap utama. Bentuk *airfoil* sayap adalah *flat-bottomed* dan posisi sayap adalah *top wing*. Pengontrol gerak pesawat yaitu *aileron*, *elevator*, *rudder* yang digerakan oleh motor servo. Menggunakan *flight controller* agar pesawat dapat mengudara secara otomatis. Ketinggian, kecepatan, dan posisi pesawat dapat dimonitor melalui *telemetry* yang terhubung ke *flight controller* dan laptop. Metode pemetaan udara yang diimplementasikan adalah metode fotogrametri. Pesawat akan mengudara ke daerah yang akan dipetakan dan melakukan pengambilan foto secara berurutan sampai seluruh wilayah tercakupi. Semua data foto akan diproses agar menjadi peta wilayah. Menggunakan *software mission planner* untuk pemrograman pesawat dan *software PIX4D* untuk pengolahan data gambar.

Pesawat sudah diujicoba untuk mengudara secara otomatis mengikuti lajur yang sudah diprogram. Pesawat dapat men-*trigger* kamera secara otomatis diposisi yang sudah diprogram. Pengujian hasil kualitas peta didapatkan dengan percobaan terbang dari ketinggian 100m, 125m, dan 150m dengan kecepatan jelajah pesawat 12m/s. Hasil peta terbaik adalah dari ketinggian 100m dengan kecepatan jelajah pesawat 12 m/s.

Kata Kunci: Pesawat Udara Tanpa Awak, Pemetaan Udara

# **DESIGN AND REALIZATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR AERIAL MAPPING**

**Ezra Julio Subagya**

**NRP : 1222004**

**e-mail : ezrajulio@gmail.com**

## **ABSTRACT**

In the civil and military world many jobs and missions require aircraft, such as regional surveillance missions, surveying land for development, taking photographs and videos for filmmaking, monitoring border areas of the country, and others. All such work or missions require an aircraft that must be controlled by a reliable pilot, high maintenance costs, airing permits, careful planning, and time consuming.

In an effort to solve the problem, unmanned aerial technology (UAV) becomes one of the solutions, due to consideration of operational costs, accident risk, and flight preparation time. Final project is done by designing and realizing the glider plane characteristics made from polyfoam as the main material, using balsa wood as an electric motor holder, and carbon fiber as the main wing structure. The shape of the wing airfoil is flat-bottomed and the wing's position is top wing. Aircraft motion controllers are ailerons, elevators, rudders driven by servo motors. Use the flight controller to allow aircraft to air automatically. The altitude, speed, and position of the aircraft can be monitored via telemetry connected to the flight controller and laptop. The air mapping method implemented is photogrammetric method. The aircraft will air to the area to be mapped and do a sequential photo shoot until the entire area is covered. All photo data will be processed to become a territorial map. Using mission planner software for aircraft programming and PIX4D software for image data processing.

The plane has been tested to air automatically following the programmed lanes. The plane can trigger the camera automatically in the pre-programmed position. Testing of map quality results was obtained by experimental flight of 100m, 125m, and 150m with a cruising speed of 12m / s aircraft. The best map result is from a height of 100m with a cruising speed of 12 m / s aircraft.

**Keywords:** Unmanned Aircraft, Air Mapping

## DAFTAR ISI

|                                                                      |       |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL                                                        |       |
| LEMBAR PENGESAHAN                                                    |       |
| PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR                          |       |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR                 |       |
| KATA PENGANTAR .....                                                 | i     |
| ABSTRAK .....                                                        | ii    |
| ABSTRACT .....                                                       | iii   |
| DAFTAR ISI .....                                                     | iv    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                  | vi    |
| DAFTAR TABEL .....                                                   | viii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                | ix    |
| <br>BAB I PENDAHULUAN .....                                          | <br>1 |
| I.1 Latar Belakang .....                                             | 1     |
| I.2 Identifikasi Masalah .....                                       | 2     |
| I.3 Rumusan Masalah .....                                            | 2     |
| I.4 Tujuan .....                                                     | 2     |
| I.5 Pembatasan Masalah .....                                         | 3     |
| I.6 Sistematika Penulisan .....                                      | 3     |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                                          | 5     |
| II.1 Teori Pemetaan .....                                            | 5     |
| II.2 Panjang Fokus dan Sudut Pandang Kamera .....                    | 7     |
| II.3 Canon Kamera & CHDK ( <i>Canon Hack Development Kit</i> ) ..... | 8     |
| II.4 Program Pix4D .....                                             | 8     |
| II.5 Teori <i>Fixed Wing</i> .....                                   | 10    |
| II.5.1 Kontrol Pesawat Udara Tanpa Awak .....                        | 13    |
| II.5.2 Perangkat Elektronik Kontrol Pesawat Udara Tanpa Awak .....   | 15    |
| II.6 <i>Remote Control</i> .....                                     | 17    |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| II.7 <i>Power Loading</i> .....                                                 | 17  |
| II.8 <i>Wing Loading</i> .....                                                  | 20  |
| II.9 <i>Aspect Ratio</i> .....                                                  | 21  |
| II.10 <i>Mission Planner</i> .....                                              | 21  |
| II.11 Parameter Penting Perangkat Lunak <i>Mission Planner</i> .....            | 24  |
| II.12 <i>GPS</i> .....                                                          | 24  |
| BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI .....                                         | 27  |
| III.1 Pesawat Udara Tanpa Awak .....                                            | 27  |
| III.1.1 Dimensi Pesawat Udara Tanpa Awak .....                                  | 28  |
| III.1.2 Motor Elektrik, ESC, dan Baterai .....                                  | 33  |
| III.1.3 Sistem Kontrol Pesawat Udara Tanpa Awak .....                           | 35  |
| III.1.4 Proses <i>Tuning</i> .....                                              | 38  |
| III.1.4 (A) <i>Tuning Manual</i> .....                                          | 38  |
| III.1.4 (B) <i>Tuning Otomatis (Autotune)</i> .....                             | 40  |
| III.2 Sistem Pemetaan Udara .....                                               | 41  |
| III.2.1 CHDK ( <i>Canon Hack Development Kit</i> ) .....                        | 43  |
| III.2.2 Pengaturan Parameter <i>Flight Controller</i> .....                     | 43  |
| III.2.3 Aplikasi Perangkat Lunak <i>Mission Planner</i> .....                   | 44  |
| BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS .....                                       | 47  |
| IV.1 Pengujian GPS .....                                                        | 47  |
| IV.2 Pengujian Waktu Suplai Baterai terhadap <i>Motor Brushless Turnigy</i> ... | 48  |
| IV.3 Data Akurasi Jelajah Pesawat pada Saat Misi Pemetaan .....                 | 52  |
| IV.4 Data Kesesuaian Lajur Terbang Pesawat .....                                | 53  |
| IV.5 Data Perbandingan Peta untuk Mengetahui Kesesuaian Luasnya .....           | 55  |
| IV.6 Hasil Peta .....                                                           | 56  |
| IV.7 Perbandingan Hasil Peta terhadap Ketinggian yang Berbeda .....             | 59  |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....                                                  | 61  |
| V.1 Simpulan .....                                                              | 61  |
| V.2 Saran .....                                                                 | 62  |
| DAFTAR REFERENSI .....                                                          | 63  |
| LAMPIRAN .....                                                                  | A-1 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II.1 Lajur Terbang Pesawat untuk Pemetaan .....                          | 6  |
| Gambar II.2 Lajur Terbang Pesawat .....                                         | 6  |
| Gambar II.3 Panjang Fokus dan Sudut Pandang .....                               | 7  |
| Gambar II.4 Koneksi APM pada Kamera Canon dengan Kabel <i>Trigger</i> .....     | 8  |
| Gambar II.5 Perencanaan Lajur Terbang Menurut Standard Manual Pix4D ....        | 9  |
| Gambar II.6 Gaya-Gaya Pada Pesawat Terbang .....                                | 10 |
| Gambar II.7 Gaya pada <i>Airfoil</i> .....                                      | 11 |
| Gambar II.8 Gaya pada <i>Airfoil</i> .....                                      | 12 |
| Gambar II.9 Komponen Kontrol Pesawat .....                                      | 13 |
| Gambar II.10 Kontrol <i>Aileron</i> .....                                       | 14 |
| Gambar II.11 Kontrol Elevator .....                                             | 14 |
| Gambar II.12 Kontrol <i>Rudder</i> .....                                        | 15 |
| Gambar II.13 Keterangan Fungsi <i>Port</i> Pada APM .....                       | 16 |
| Gambar II.14 Keterangan <i>Input Port</i> APM .....                             | 16 |
| Gambar II.15 Keterangan <i>Output Port</i> APM .....                            | 17 |
| Gambar II.16 <i>Remote Control 9XR</i> .....                                    | 18 |
| Gambar II.17 <i>Receiver FrSKY</i> .....                                        | 18 |
| Gambar II.18 Aspect Ratio Sayap Pesawat .....                                   | 21 |
| Gambar II.19 Tampilan <i>Attitude Display</i> Pada <i>Mission Planner</i> ..... | 22 |
| Gambar II.20 Tampilan <i>Action Display</i> pada <i>Mission Planner</i> .....   | 23 |
| Gambar II.21 Tampilan Status pada <i>Mission Planner</i> .....                  | 23 |
| Gambar II.22 <i>Triangulation</i> .....                                         | 26 |
| <br>                                                                            |    |
| Gambar III.1 Ukuran Dimensi Pesawat Tampak Atas .....                           | 30 |
| Gambar III.2 Ukuran Dimensi Pesawat Tampak Depan .....                          | 31 |
| Gambar III.3 Ukuran Dimensi Pesawat Tampak Samping .....                        | 31 |
| Gambar III.4 Berat Total Pesawat .....                                          | 31 |
| Gambar III.5 Realisasi Pesawat Tampak Samping .....                             | 32 |
| Gambar III.6 Realisasi Pesawat Tampak Atas .....                                | 32 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar III.7 Rancangan <i>Airfoil</i> .....                                | 33 |
| Gambar III.8 Sistem Kontrol Pesawat .....                                  | 36 |
| Gambar III.9 Posisi Perangkat Sistem Kontrol Pesawat .....                 | 36 |
| Gambar III.10 Posisi Perangkat Sistem Kontrol Pesawat .....                | 37 |
| Gambar III.11 Diagram Sistem Pemetaan Udara .....                          | 42 |
| Gambar III.12 Program Terbang Pemetaan Ketinggian 100m Kecepatan 12m/s ... | 45 |
| Gambar III.13 Program Terbang Pemetaan Ketinggian 125m Kecepatan 12m/s ... | 45 |
| Gambar III.14 Program Terbang Pemetaan Ketinggian 150m Kecepatan 12m/s ... | 46 |
|                                                                            |    |
| Gambar IV.1 Pesawat dalam Ketinggian 100m dan Kecepatan 12m/s .....        | 52 |
| Gambar IV.2 Rencana Lajur Terbang Pesawat .....                            | 53 |
| Gambar IV.3 Hasil Rekam Jejak Terbang Pesawat (1) .....                    | 54 |
| Gambar IV.4 Hasil Rekam Jejak Terbang Pesawat (2) .....                    | 54 |
| Gambar IV.5 Luas Wilayah yang Dipetakan .....                              | 55 |
| Gambar IV.6 Hasil Peta dengan Ketinggian Jelajah 100m .....                | 56 |
| Gambar IV.7 Jarak Sebenarnya pada Lokasi dari Google Earth .....           | 57 |
| Gambar IV.8 Estimasi Luas Daerah Pemetaan dari Google Earth .....          | 57 |
| Gambar IV.9 Hasil Peta dengan Ketinggian Jelajah 125m .....                | 58 |
| Gambar IV.10 Hasil Peta dengan Ketinggian Jelajah 150m .....               | 59 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel II.1 Nilai <i>Power Loading</i> Berdasarkan Jenis Pesawat .....         | 18 |
| Tabel II.2 Nilai <i>Wing Loading</i> Berdasarkan Jenis Pesawat .....          | 20 |
|                                                                               |    |
| Tabel III.1 Perhitungan Berat Total Pesawat .....                             | 28 |
| Tabel III.2 Perhitungan <i>Wing Loading</i> .....                             | 29 |
| Tabel III.3 Rumus Perhitungan Dimensi Pesawat .....                           | 29 |
| Tabel III.4 Ukuran Realisasi Dimensi Pesawat .....                            | 30 |
| Tabel III.5 Perhitungan Realisasi <i>Power Loading</i> .....                  | 34 |
| Tabel III.6 Perhitungan Waktu Suplai Baterai .....                            | 34 |
| Tabel III.7 Kecepatan Angin Ketika Tuning Manual .....                        | 38 |
| Tabel III.8 Hasil Tuning Manual PID .....                                     | 39 |
| Tabel III.9 Hasil Proses Terbang berdasarkan Nilai PID pada Tabel III.8 ..... | 39 |
| Tabel III.10 Hasil Nilai PID <i>Autotune</i> .....                            | 40 |
| Tabel III.11 Hasil Perbandingan antara Tuning Manual & Otomatis .....         | 40 |
| Tabel III.12 Parameter <i>Flight Controller</i> .....                         | 43 |
|                                                                               |    |
| Tabel IV.1 Hasil Uji GPS .....                                                | 48 |
| Tabel IV.2 Pengujian Baterai Dengan Kontrol <i>Throttle 50%</i> .....         | 49 |
| Tabel IV.3 Pengujian Baterai Dengan Kontrol <i>Throttle 75%</i> .....         | 50 |
| Tabel IV.4 Pengujian Baterai Dengan Kontrol <i>Throttle 100%</i> .....        | 51 |
| Tabel IV.5 Waktu Rata – Rata Suplai Baterai .....                             | 52 |
| Tabel IV.6 Hasil Realisasi Ketinggian dan Kecepatan Pesawat .....             | 53 |
| Tabel IV.7 Perbandingan Hasil Peta Dengan Ketinggian yang Berbeda .....       | 60 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran A Parameter Pesawat pada Mission Planner .....        | A-1 |
| Lampiran B <i>Motor Turnigy Park 480 Brushless 850kv</i> ..... | B-1 |

