



RANCANG BANGUN PROTOTIPE QUADROTOR UNTUK APLIKASI PENGINTAIAN DAN PENYERGAPAN TARGET OPERASIONAL PENEGAK HUKUM DOMESTIK

Jimmy D. Nasution¹⁾, Agung Mataram¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia
jimmy.d.nasution@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini, *quadrotor* berukuran kecil (jarak *wheelbase* berkisar antara 130 mm sampai 280 mm) sering dimanfaatkan dalam ajang adu kecepatan dengan istilah “*drone racing*” dan marak diselenggarakan dalam bentuk kontes resmi di negara-negara luar, seperti Eropa, Australia, dan Amerika Serikat. Sebagai wahana *racing*, *quadrotor* ini memiliki beberapa keunggulan dalam hal desain bila dibandingkan dengan *multirotor* yang berukuran sedang atau besar. Dengan ukuran yang kecil dan ringan (*lightweight*), desain *racing quadrotor* ini dapat diterbangkan serendah mungkin dan memiliki kemampuan manuver yang tinggi dalam melewati berbagai rintangan seperti yang terdapat pada arena perlombaan. Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana menerapkan desain *quadrotor* tipe *racing* tersebut untuk membantu aparat penegak hukum domestik, terutama dalam pengumpulan informasi dan data intelijen. Tujuan utama pengaplikasian *quadrotor* ini adalah untuk membantu upaya aparat penegak hukum dalam mengidentifikasi target yang dicurigai termasuk lokasinya, dan yang paling penting, untuk melakukan pengamatan langsung apakah target bersenjata atau tidak. Hal ini sangat membantu aparat penegak hukum di lapangan dalam melakukan tugas pengintaian atau pengincaran, pemburuan, dan penyergapan target karena dapat menekan resiko jatuhnya korban di kedua belah pihak. Hasil dari penelitian ini berupa prototipe *quadrotor* dengan *wheelbase* 250 mm yang dilengkapi sistem *First-Person View* (FPV) dengan bobot total 750 gram, kecepatan jelajah 30-40 km/jam, dan dapat digunakan untuk pengintaian dan penyergapan target yang diam maupun yang bergerak.

Kata Kunci : *quadrotor*, *drone*, pengintaian, penyergapan, target.

I. PENDAHULUAN

1.1. Analisis Situasi

Sistem pengintaian jarak jauh (*remote-surveillance*) dengan teknologi otonomus UAV (*unmanned-aerial vehicle*) atau *drone* merupakan suatu terobosan teknologi yang sangat membantu dalam proses pengumpulan data secara *real-time* maupun *off-line* [1]. Baik di darat maupun di udara, tugas pengintaian tersebut dapat dikerjakan oleh sebuah wahana tanpa awak yang dikendalikan oleh operator dari jauh sehingga risiko yang berbahaya bagi operator tersebut dapat diminimalisir [2]. Untuk dapat mendukung pelaksanaan tugas-tugas tersebut seringkali pada wahana tersebut dilengkapi dengan beberapa sensor pelacak, kamera, dan perangkat lainnya sehingga memungkinkan operator dapat melihat langsung serta memantau secara *on-line*, merekam data (foto dan video) dari kondisi dan situasi dari lingkungan operasional tempat wahana



tersebut bertugas.

Seiring dengan perkembangan teknologi dibidang ini, desain wahana dengan *platform multi-rotor* (memiliki jumlah rotor lebih dari dua) telah dikembangkan. *Quadcopter* ini merupakan sebuah konsep pesawat tanpa awak (*drone*) yang sangat populer, karena sifat dan keunggulan yang terdapat pada desain sistem-nya. Keuntungan yang utama dari *quadcopter* adalah kemampuannya untuk melakukan *hover*, dan lepas landas secara vertikal. Hal ini menjadikan *quadcopter* sangat berguna dalam pelaksanaan banyak tugas dan memungkinkan untuk dioperasikan di hampir semua lingkungan.

Selain sistem navigasi dan elektrik khusus, sebuah pesawat *quadcopter* memerlukan rangka (*frame*) yang dirancang agar memiliki bobot yang rendah namun tetap kuat. Pada umumnya, material utama dari komponen rangka *quadcopter* terbuat dari material komposit serat karbon dan bahan aluminium. Material komposit memiliki keunggulan pada efek peredaman getaran. Oleh karena itu, rangka *quadcopter* yang terbuat dari material komposit ini sering digunakan karena dapat mendukung kinerja dari perangkat *flight controller* dikarenakan tingkat kepekaan dari sensor *gyro* dan *accelerometer* yang sensitif.

1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Dari hasil penelitian sebelumnya telah diperoleh prototipe *quadrotor* yang dirancang-bangun dalam bentuk prototipe memiliki peranan secara umum untuk melaksanakan tugas operasional yang beresiko, dimana situasi dan kondisi di lapangan berupa pemburuan dan penyergapan, serta secara khusus untuk menyerang dan melumpuhkan target dengan kontak langsung (bila diperlukan).

Bagaimanapun juga, penggunaan *drone* dalam penugasan yang spesifik seperti yang dijelaskan sebelumnya dapat meringankan pekerjaan para komandan di darat dengan adanya kemampuan untuk memperoleh kewaspadaan yang situasional melalui eksplorasi dalam area operasional dan penyediaan data intelijen secara *real-time*, mirip dengan para komandan tentara militer.

Berbagai informasi tersebut sangat membantu komandan di lapangan dalam mengambil beberapa keputusan dengan menugaskan petugas-petugas untuk menyebarkan sumber daya dengan lebih efisien dan keamanan dapat ditingkatkan dalam upaya pendekatan terhadap situasi-situasi tertentu. Protokol pengoperasian *quadrotor* dirancang untuk mengatasi situasi dan kondisi yang serupa dengan peristiwa pengempungan pelaku teror bom bunuh diri oleh tim dari POLRI di Jakarta yang terjadi di tahun 2015.

1.3. Tujuan dan Manfaat Kegiatan

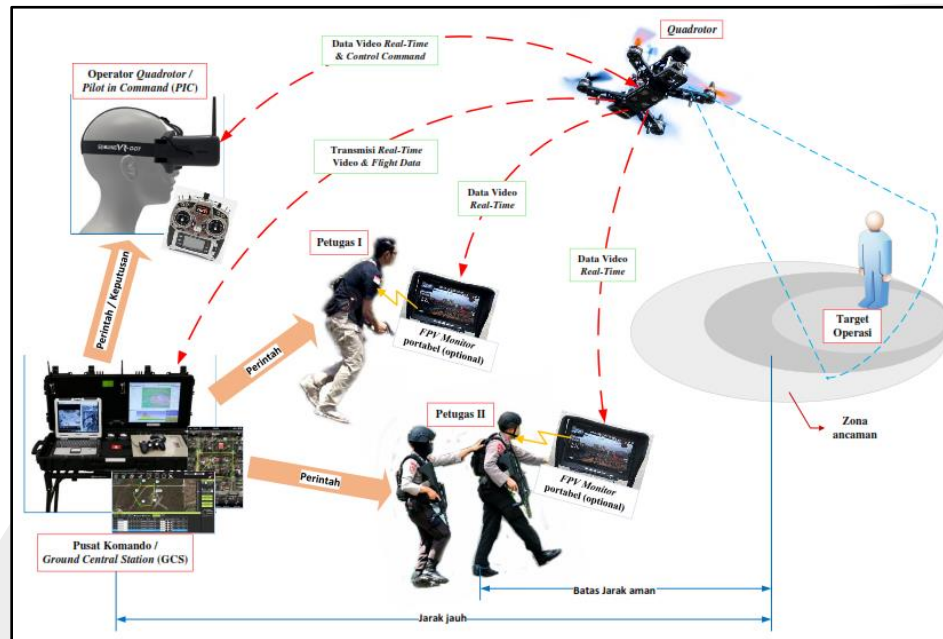
Dengan tercapainya tujuan dan sasaran dari kegiatan PKM ini, khalayak sasaran akan merasakan beberapa manfaat dan kegunaan dari penerapan teknologi *drone/* Pengoperasian UAV (*unmanned-aerial vehicle*) atau *drone* di bidang non-militer perlu ditingkatkan terutama dalam operasional penegak hukum domestik yang cenderung beresiko tinggi. Sebagaimana yang diketahui bahwa pengumpulan data intelijen yang relevan serta tepat waktu, dan dapat ditindak-lanjuti merupakan operasi yang vital dalam bidang penegakan hukum, sebagaimana dalam berbagai tipe operasi militer di seluruh dunia. Informasi yang kurang akurat dapat mengarahkan pada tindakan-tindakan yang tidak tepat, yang dapat mengakibatkan kehilangan nyawa.

1.4. Pendekatan untuk Kerangka Pemecahan Masalah

Quadrotor yang dilengkapi sistem FPV (*First-Person View*) dapat berperan sebagai alat intelijen secara *aerial* karena dapat memantau langsung melalui peralatan FPV yang dapat mentransmisikan video secara *real-time* ke operator maupun ke fasilitas lain, seperti GCS (*Ground Control Station*) dan beberapa FPV monitor yang portabel. Seorang operator *quadrotor* dilengkapi

sebuah *goggle* yang berfungsi menayangkan video yang diterima dari kamera *on-board* dan pemancar video (*transmitter*) yang terletak di bagian depan *quadrotor*. Bila diperlukan, sebuah kamera yang *high-definition* (HD) berukuran kecil, yang disebut juga dengan ‘*action camera*’, dapat dipasangkan pada *quadrotor* yang difungsikan sebagai perekam video.

Protokol dalam tugas pengintaian dan penyergapan target operasi dapat dilihat pada skema berikut.



Gambar 1.1. Skema protokol tugas pengintaian dan penyergapan target operasi

II. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

3.1. Kerangka Pemecahan Masalah

Bila dibandingkan dengan penggunaan pesawat berawak (contohnya, seperti helikopter), *drone* berbasis *multirotor* ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1. Bila dibandingkan dengan helikopter, penggunaan *drone* dapat meminimalkan besarnya kerugian manusia dengan menekan biaya operasional.
2. Dapat mengurangi lamanya waktu respons, begitu juga dengan banyaknya kerusakan setelah peristiwa kebakaran itu terjadi, dibandingkan dengan helikopter.
3. Dapat meningkatkan kemampuan manuver dikarenakan peralatan *drone* memiliki ukuran yang kecil dan ringan.
4. Dapat menghasilkan serta menganalisis berbagai informasi atau data georeferensi yang penting.
5. Dapat melakukan pemantauan secara *real-time* melalui video dan imej termal.
6. Memiliki konektivitas jarak jauh (*remote*) yang permanen dengan pusat komando (*central command*).
7. Dapat menyesuaikan pengaturan inspeksi agar sesuai dengan ukuran area yang sedang dipantau.

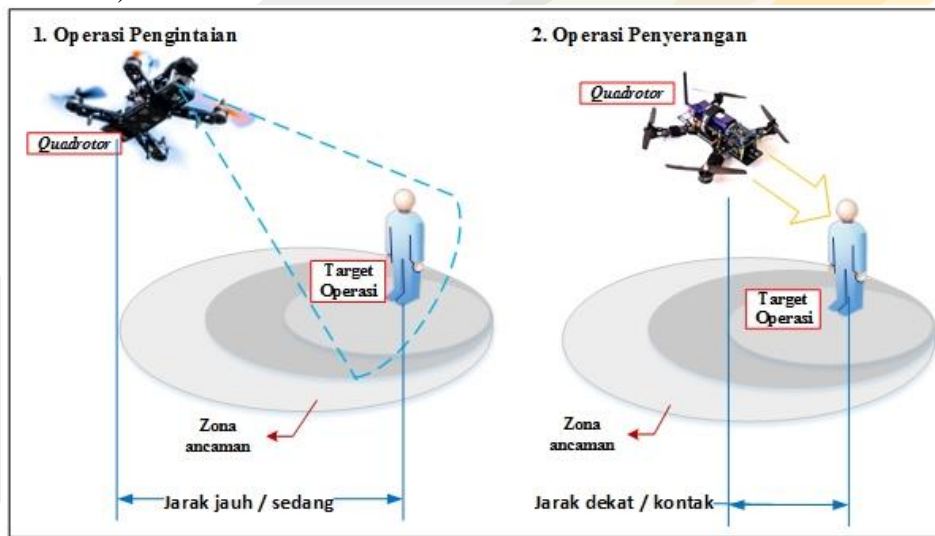
8. Dapat mengurangi dampak yang membahayakan bagi manusia yang disebabkan oleh kebakaran hutan.

Dalam rangka introduksi teknologi dalam kegiatan PKM ini, secara sistematis perlu disusun langkah-langkah dan tahapan dalam proses pengenalan dan pembelajaran mengenai teknologi dan penerapan *drone* berbasis *multirotor* ini sebagai solusi alternatif bagi permasalahan dalam pendeteksian dini titik api (*hotspot*), dan dalam penanggulangan kebakaran hutan dan lahan gambut yang dilindungi oleh pemerintah.

Pemecahan masalah disusun ke dalam kerangka kerja yang secara umum terdiri dari tahapan kegiatan, antara lain

1. Skema protokol tugas pengintaian dan penyerangan

Bila situasi pada skema protokol (Gambar 1.1) menjadi tidak terkendali dan cenderung membahayakan (ancaman bom bunuh diri dari target), *quadrotor* dapat dikendalikan untuk melakukan penyerangan dari udara (*air-strike*), yaitu dengan kontak langsung terhadap target operasi (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Ilustrasi modus operasi quadrotor

Komponen-komponen utama (Gambar 1.1) dari sebuah sistem UAV berbasis *quadrotor* yang terdiri dari :

1. Operator *quadrotor* sebagai *Pilot in Command* (PiC).
2. Unit *Quadrotor*.
3. Pusat komando dengan *Ground Control Station* (GCS).
4. Unit FPV portabel (opsional) pada tim petugas penyerangan.

Setiap komponen sistem UAV tersebut saling berinteraksi melalui transmisi data video yang *real-time* mengenai situasi dan kondisi yang terhubung langsung dengan target operasi yang diincar. Seorang operator *quadrotor* bertindak sebagai pilot jarak jauh yang bertanggung jawab penuh pada kendali *quadrotor* yang diterbangkannya. Oleh karena itu, operator tersebut dilengkapi dengan sebuah FPV goggle, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pusat komando dapat memantau lokasi melalui unit GCS yang dilengkapi dengan layar monitor LCD dan penerima (*receiver*) video. Begitu juga dengan petugas I dan II (atau lebih), video pemantauan dapat diamati langsung pada unit FPV portabel yang dapat dibawa kemana pun mereka bergerak.

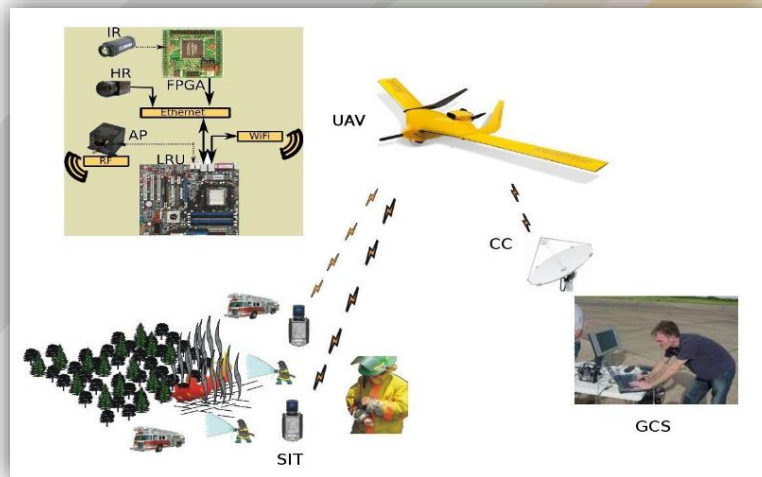
Karena berukuran kecil dan berbobot ringan, *quadrotor* dapat mendekati target operasi dengan resiko yang minimal, bila dibandingkan dengan resiko yang dihadapi oleh petugas I dan II ketika berusaha mendekati target tersebut. Bila dibutuhkan, *quadrotor* tersebut dapat melakukan

manuver tertentu atas perintah operator, seperti gerak ‘flip’ dan ‘roll’, untuk menghindari tembakan atau serangan jarak jauh dari target yang bersenjata ringan. Dengan adanya data *aerial* dari hasil pemantauan *quadrotor*, komando dari pusat / GCS dapat mengambil keputusan yang lebih cermat dan akurat secara taktis dan strategis sehingga tugas penyerangan target operasi menjadi lebih efisien dan minim resiko.

2. Pengenalan Secara Teknis tentang Teknologi UAV dan Penerapannya

Pada tahap ini, kegiatan PKM bertujuan untuk memberikan pengetahuan serta pemahaman pada teknologi UAV dan penerapannya. Sistem pengawasan dan pemantauan yang berbasis teknologi UAV ini pada dasarnya tersusun dari beberapa komponen, seperti pada Gambar 3.2, yang terdiri dari

1. Pesawat udara tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle* atau UAV).
2. Stasiun pengendali di darat (*Ground Control Station* atau GCS).
3. Kanal atau jalur komunikasi (*Communication Channels* atau CC).
4. Terminal informasi regu pemadam kebakaran (*Squad Information Terminals* atau SIT).



Gambar 3.2 Komponen yang terkait dalam sistem UAV

3. Pengenalan *Multirotor* sebagai UAV dan Teknis Penggunaannya

Pada tahap ini, kegiatan PKM bertujuan untuk memberikan pengetahuan serta pemahaman pada teknologi *multirotor*, berbagai tipe dan fitur desain beserta keunggulannya, dan pengoperasian dan penerapan untuk keperluan survey, pengawasan, dan pemantauan secara *aerial*.

4. Pengenalan Perangkat Keras dan Lunak dari Sistem UAV

Pada tahap ini, kegiatan PKM bertujuan untuk memberikan pengetahuan serta pemahaman pada perangkat keras yang menjadi bagian sistem dari penerapan *multirotor* untuk keperluan survey, pengawasan, dan pemantauan secara *aerial*. Untuk itu dilakukan peragaan dan demonstrasi pengoperasian secara umum dari *multirotor* yang terdiri dari *tricopter*, *quadcopter*, dan *hexacopter*.

Selain perangkat keras, sistem pemantauan berbasis sistem UAV *multirotor* memiliki fasilitas antar muka berupa perangkat lunak komputer yang dapat menyediakan berbagai informasi akurat yang *real-time* mengenai data pembacaan sensor-sensor yang terdapat pada *multirotor*. Program berbasis GUI (*graphical user interface*) pada Windows tersebut memiliki tampilan-tampilan yang ditunjukkan oleh beberapa gambar di halaman selanjutnya.

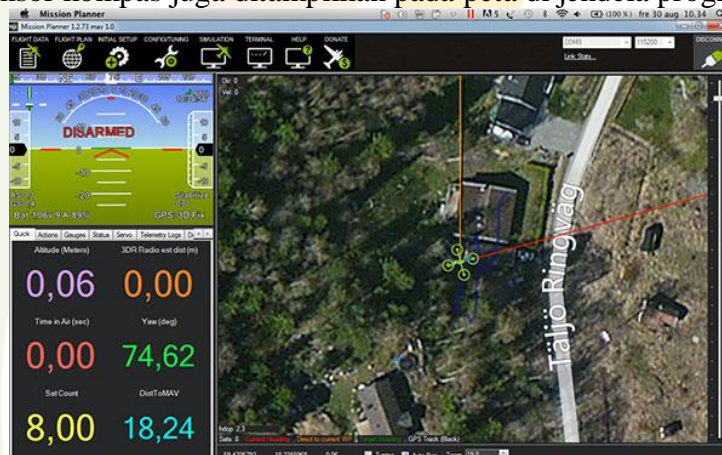
Materi yang disampaikan dalam tahap ini memfokuskan kepada kegunaan fitur-fitur perangkat lunak GUI tersebut yang tersusun dari beberapa jendela tampilan yang menyajikan berbagai informasi penting secara *real-time* yang diperoleh dengan sistem komunikasi nirkabel antara UAV dengan stasiun pemantau darat.

Perkenalan perangkat lunak (Gambar 3.3 sampai Gambar 3.6) berbasis GUI dilakukan dengan peragaan dan demonstrasi penggunaannya dengan merujuk pada contoh-contoh kasus yang sederhana agar lebih mudah dipahami. Pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4, program GUI menampilkan informasi aktual mengenai data penerbangan dari UAV seperti pembacaan *attitude*, arah navigasi berdasarkan kompas, pembacaan sensor IMU (*inertial measuring unit*), kondisi tegangan baterai, dan tekanan barometrik.



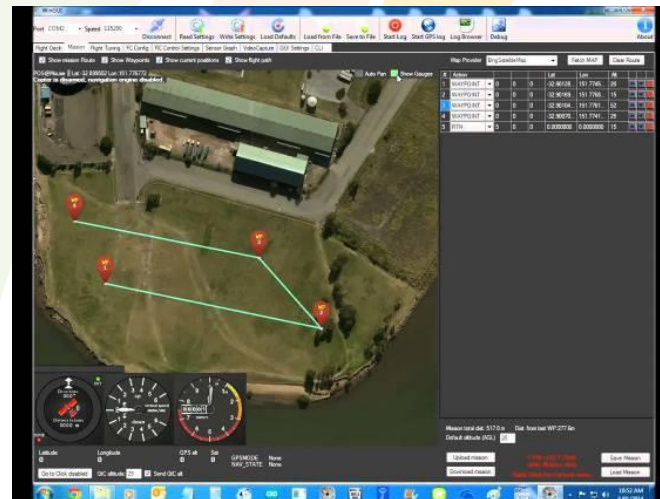
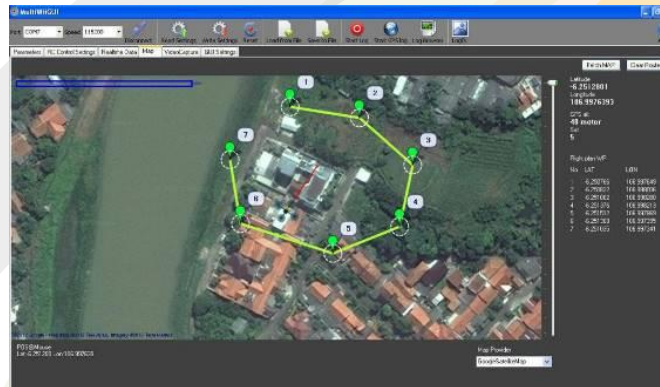
Gambar 3.3 Tampilan GUI mengenai informasi *flight data* dari UAV

Selain informasi penerbangan, program GUI juga menampilkan informasi aktual mengenai data geolokasi dari UAV pada peta area yang diperoleh dari satelit. Pemetaan wilayah oleh satelit yang dirujuk program GUI ini merupakan layanan yang telah tersedia dan Data geolokasi ini diperoleh oleh pembacaan koordinat *latitude* dan *longitude* dari UAV yang dilakukan oleh sistem GPS (*global positioning system*). Informasi mengenai orientasi UAV berdasarkan arah mata angin yang dibaca oleh sensor kompas juga ditampilkan pada peta di jendela program GUI tersebut.

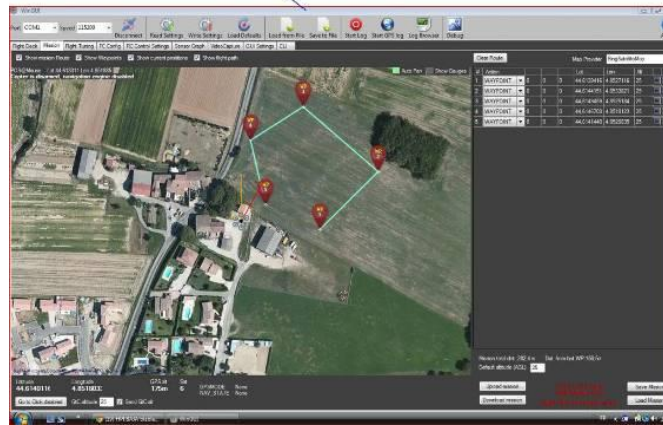




Gambar 3.4 Pembacaan *real-time* data sensor pada *drone* pada *software* GUI



Gambar 3.5 Informasi geolokasi *on-line* pada *software* GUI

Gambar 3.5 Informasi geolokasi *on-line* pada *software* GUI (lanjt.)Gambar 3.6 Aplikasi *smartphone* untuk UAV

3.2. Metode Kegiatan

Kegiatan PKM ini dilaksanakan dengan metode peragaan. Metode peragaan diterapkan dalam kegiatan ini dalam rangka penyampaian materi secara praktikal dalam proses transfer teknologi *drone* berbasis *multirotor* beserta penerapannya untuk keperluan pemantauan dan pengawasan lahan secara *aerial*.

Pengetahuan dan informasi yang mutakhir secara global dan yang terkait dengan fokus permasalahan disajikan secara visualisasi beberapa video dokumenter yang terkait. Kompilasi beberapa video aplikasi *drone* yang telah dipublikasikan melalui situs *youtube* tersebut merupakan bagian dari materi dari transfer teknologi dalam kegiatan PKM ini.

Setelah proses tutorial dan peragaan peralatan *drone* selesai, dalam kegiatan PKM ini membagikan beberapa peralatan pemantauan berbasis *multirotor* tipe *quadcopter* yang telah dilengkapi kamera dan sistem transmisi video untuk pemantauan dari darat. Tujuannya dari pemberian alat tersebut adalah agar peserta yang menjadi khalayak sasaran dapat menerapkan pengetahuan yang diperoleh dari kegiatan PKM serta memperoleh ketrampilan dalam pengoperasian *drone* secara praktis.

3.3. Rencana dan Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan											
		Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan dan Pembelian Peralatan	■	■	■									
2	Visitasi Awal			■	■								
3	Kegiatan PKM												
	1. Materi & Peragaan Tahap I				■	■							
	2. Materi & Peragaan Tahap II						■	■					
	3. Evaluasi Materi							■					
7	Penyusunan Laporan							■	■	■			
8	Pengumpulan Laporan									■	■	■	■

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Desain *Quadrotor 250*. Prototipe *quadrotor* yang telah dibangun memiliki spesifikasi teknis, yaitu :

- *Frame* : wheelbase 245 ± 3 mm, full carbon fibre.
- *Flight Controller* : CC3D Open Pilot.
- *Flight Mode* : Stabilized 1. Attitude, 2. Rate.
- *Brushless Motor* (4 unit): tipe EMAX MT1806 – 2280KV.
- *Electronic Speed Controller* (4 unit) : ESC Simon K 30A.
- *Propeller* (1 pair CW & 1 pair CCW): (1) Bullnose 5030 2-blade, (2) DAL Prop 5046 3-blade.
- *Battery* : Lithium Polymer 2800 mAh, 3s (11,1V), 30c.
- *FPV AV Transmitter* : tipe TS5828, 5,8GHz, 32 channel, 600mW, mini.
- *FPV Camera* : High Defiition, Color, 700 TVL, NTSC, focal length 2,8 mm.
- *FPV Antenna* : 5.8Ghz, 4-cloverleaf, RP-SMA.
- Bobot maks. : 750 gram dengan baterai LiPo.
- Aksesoris : LED strip lighting, ultra bright headlamp, canopy, LiPo buzzer.



Gambar 7. Prototipe *quadrotor* final

Pengujian dan Optimalisasi Sistem Propulsi.

Penentuan spesifikasi *propeller* dapat mempengaruhi kecepatan jelajah *quadrotor*. Hasil pengujian untuk mengoptimalkan sistem propulsi (*propeller* dan *brushless motor*), ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Pengaruh ukuran *propeller* terhadap performa *brushless motor*

The voltage (V)	Paddle size	current (A)	thrust (G)	power (W)	efficiency (G/W)	speed (RPM)
7.4	5030 ^{CF} Propeller	4.4	210	32.6	6.4	13530
	APC 6*4	6.8	280	50.3	5.6	12030
	5*4.5 ^{3-Blade} Propeller	6.2	240	45.9	5.2	12330
	7*4.5 ^{3-Blade} Propeller	11.2	310	82.9	3.7	6770
11.1	5030 ^{CF} Propeller	8	380	88.8	4.3	18510
	APC 6*4	11.3	460	125.4	3.7	15160
	5*4.5 ^{3-Blade} Propeller	10.6	410	117.7	3.5	15910

Pengoperasian *Quadrotor*.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang merupakan aplikasi IPTEK ini, beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu:

1. Kegiatan PKM ini telah berhasil memperkenalkan teknologi *drone* untuk membantu aparat penegak hukum domestik, terutama dalam pengumpulan informasi dan data intelijen dalam mengidentifikasi target yang dicurigai termasuk lokasinya, dan yang paling penting, untuk melakukan pengamatan langsung apakah target bersenjata atau tidak.
2. Kegiatan PKM ini telah memberikan kemudahan bagi jajaran polisi dalam pemahaman terhadap penggunaan dan penerapan teknologi *drone* melalui peragaan dan tutorial singkat dilapangan.
3. Kegiatan PKM ini telah memperkenalkan skema protokol dan solusi taktis untuk situasi yang tidak terkendali atau cenderung membahayakan (ancaman bom bunuh diri dari target) dengan memanfaatkan *drone* berbasis *quadrotor* sebagai alat penyerangan udara (*air-strike*) untuk melumpuhkan target operasi dengan kontak langsung (*attacking drone*).
4. Dengan bantuan *drone* berbasis *quadrotor* yang dilengkapi sistem *First-Person View* (FPV) diharapkan dapat membantu operasi pengintaian dan penyerangan target yang diam maupun yang bergerak sehingga korban jiwa dari aparat maupun publik disekitarnya dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gertler, J. (2012). "Homeland Security: Unmanned Aerial Vehicles and Border Surveillance. Congressional Research Service". <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA524297>;
- [2] Matthias Bieri and Marcel Dickow (2014), "Lethal Autonomous Weapons Systems: Future Challenges", CSS Analyses in Security Policy, No.164, November.
- [3] Ann Cavoukian (2012), "Privacy and Drones: Unmanned Aerial Vehicles", August, Information and Privacy Commissioner, Ontario, Canada.
- [4] Maria de Fatima Bento (2008), "Unmanned Aerial Vehicles: An Overview", Inside GNSS, January/February, <http://www.insidegnss.com/auto/janfeb08-wp.pdf>.



- [5] Henri Eisenbeiss, "A Mini Unmanned Aerial Vehicle (UAV): System Overview and Image Acquisition", 2004 International Workshop on "Processing and Visualization using High Resolution Imagery", Institute for Geodesy and Photogrammetry, ETH- Hoenggerberg, Zurich.

