

BELAJAR MENERBANGKAN *FIRST PERSON VIEW DRONE* UNTUK PILOT *REMOTE PEMULA*

Lilik Kustanto¹, Agnes Widiasmoro², DM. Hegar Elbaraja³

^{1,2,3} Program Studi Film dan Televisi, Fakultas Seni Media Rekam

Institut Seni Indonesia Yogyakarta

Jl. Parangtritis Km. 6,5 Sewon, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

No. Hp.: 087862426099, E-mail: elbaraja9@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia film penggunaan *drone* menjadi bagian penting dalam pengambilan gambar yang cukup menarik, dinamis, dan estetis sejak populernya *first person view* (FPV) *drone* yang berkembang untuk kegiatan profesional, khususnya di bidang film. Seorang pilot FPV *drone*, yang disebut *remote pilot*, memerlukan pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman terbang. Hal ini disebabkan untuk menerbangkan FPV *drone* relatif sulit dan membutuhkan pengalaman yang cukup. Berbagai metode belajar sebagai pilot *remote* sudah ada, baik melalui video tutorial (*online*) maupun simulator (*game*), namun belum ada buku khusus panduan dasar tentang cara belajar menerbangkan FPV *drone*. Hal ini menjadi penting dikarenakan kelas-kelas sinematografi di kampus perfilman di Indonesia mulai mengenalkan pengambilan gambar dalam film menggunakan *drone*, khususnya FPV *drone*. Metode penelitian bersifat kualitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan studi pustaka dengan cara mengkaji literatur seperti buku, jurnal, artikel, dan dokumen relevan lainnya. Dengan demikian, dihasilkan sebuah panduan dan pengetahuan dasar cara menerbangkan FPV *drone* bagi *remote pilot* pemula. Panduan ini diharapkan menjadi referensi bacaan yang bisa dimanfaatkan setiap saat dan menjadi acuan pengetahuan dasar tentang FPV *drone* bagi *remote pilot* pemula, juga sebagai kameraman FPV *drone* yang profesional.

Kata kunci: FPV *drone*, FPV *drone* untuk film, *remote pilot*

ABSTRACT

Learning to Fly a First-Person View Drone for Beginner Remote Pilots. In the world of movies, the use of drones is an integral part of shooting that is quite interesting, dynamic, and aesthetic since the beginning of the popularity of FPV (first-person view) drones, which have developed for professional activities, especially in the field of film. An FPV drone pilot, called a *remote pilot*, requires knowledge, skills, and experience in flying. This is due to the fact that flying FPV drones is relatively complex and requires enough expertise. Various methods of learning as a *remote pilot* already exist, both through video tutorials (*online*) and simulators (*games*), but there is no special book with basic guidance on how to learn to fly an FPV drone. This is important because cinematography classes at film campuses in Indonesia have begun to introduce filming using drones, especially FPV drones. This research method is qualitative, with data collection techniques using literature studies by reviewing literature such as books, journals, articles, and other relevant documents. So that a guide and basic knowledge on how to fly an FPV drone for beginner *remote pilots* is produced, this guide is expected to be a reading reference that can be used at any time, and a reference for basic knowledge about FPV drones for beginner *remote pilots*, as well as professional FPV drone-cameramen.

Keywords: FPV *drones*, FPV *drones* for movies, *remote pilot*

PENDAHULUAN

Drone telah menjadi alat penting dalam pembuatan film. Terdapat pengembangan dua tren: mini-helikopter dan kamera yang jauh lebih ringan yang dapat diproduksi video berkualitas profesional (HD atau lebih tinggi). *Drone* memiliki keuntungan biaya helikopter dan pilot, dengan ukuran kecil yang dapat terbang ke ruang yang sangat sempit dan mudah dikontrol (Tezza et al., 2020).

Robotics and micro-aerial vehicles in particular are rapidly becoming an end-user facing technology. In particular, the application domain of filming with aerial vehicles currently receives great interest from industry and consumers. Professional camera teams leverage consumer-grade robots to create stunning visuals that previously required a helicopter and expensive camera gear. However, manually flying quadcopters remains a surprisingly hard task. (Nägeli et al., 2017).

FPV drone juga digunakan dalam produksi film layar lebar. Gambar yang dihasilkan sangat dinamis dan mampu memberikan tekanan estetik dan penguatan *mood* atau adegan yang berlangsung.

Pemilihanshotuntukmenempatkan kamera di posisi terbaik dari sudut pandang penonton yang merupakan tujuan utama film dari unsur sinematografi (Nur & Samtrimandasari, 2023)

Seperti dalam adegan film *Red Notice* (<https://youtu.be/zZBdVk3KFTk>). Aksi kejar-kejaran mobil yang diambil dari udara hingga masuk ke sebuah ruangan adegan laga tanpa ada pemotongan gambar diambil dengan *FPV drone*. Atau adegan film *Mission Impossible: Dead Reckoning* (<https://youtu.be/-lsFs2615gw>), ketika aktor melompat dari motor setelah *jumping* dari atas tebing dan terjun menggunakan parasut. Gambar

yang dihasilkan menggunakan *drone* cukup memberikan penekanan estetik dan artistik yang membuat adegan semakin menarik, menegangkan, dan memberikan detil dari udara yang impresif. Hal ini dilakukan dengan menggunakan *regular drone*.

FPV drone memiliki perbedaan dengan *regular drone*. Dari segi operasional *regular drone*. antara *pilot remote* dan kamera operator terpisah. Sementara itu, pada *FPV drone* seorang *remote pilot* merangkap sebagai kamera operator (Kustanto et al., 2024).

Contoh lain dalam film *Ambulance* (<https://youtu.be/Y7fOHLDN8Y4>), sesi pengambilan gambar dalam beberapa adegan menggunakan *FPV drone* yang hasil gambarnya sangat impresif dan dilakukan oleh seorang *remote pilot* *FPV drone* profesional.

Pada awalnya jenis *FPV drone* populer dengan jenis gaya terbang balap (*race*) dan gaya bebas (*freestyle*). Pilot dapat melewati rintangan dan manuver dengan cukup tepat dengan kemampuan pengendalian yang cukup mengagumkan. Kemampuan para *remote pilot* tersebut sudah dalam kategori ahli sehingga melakukan penerbangan dapat sesuai rencana dengan atau kondisi yang dilalui di lapangan. Kenikmatan dan kepuasan tersendiri ketika pengendalian jarak jauh *FPV drone* dikontrol melalui kacamata virtual (*goggles*) seakan *remote pilot* berada di dalam *drone* tersebut. Bahkan pada perkembangannya hal tersebut bukan sekadar hobi, melainkan berkembang menjadi pola penerbangan untuk melakukan pengambilan gambar sinematik yang memang fokus akhir menghasilkan rekaman hasil gambar penerbangan yang memiliki nilai estetis dan kecakapan teknis.

Menerbangkan *FPV drone* sedikit berbeda dengan *regular drone*. *Remote pilot*

FPV *drone* melihat pandangan langsung melalui kacamata virtual (*goggles*) yang diwakili oleh kamera FPV *drone*. *Remote pilot* seakan berada di dalam pesawat dan bergantung banyak pada kamera FPV.

Unlike in general drone flights, in first-person-view (FPV) flights, the remote pilot controls a drone by viewing images transmitted by a camera mounted on the drone. (Go et al., 2021).

Karakteristik FPV *drone* cenderung terbang tanpa sensor kontrol layaknya *drone* biasa sehingga perlu keahlian dalam menerbangkannya. Kemampuan manuver yang berbeda atau bisa lebih leluasa berakrobat seperti jungkir balik, dan terbang posisi miring menggambarkan kelincahan dan perbedaan signifikan dengan *regular drone*.

Kelebihan lain dari FPV *drone* adalah kemampuan terbang yang bisa dengan mode akrobatik (bergerak bebas) juga pembiayaan yang rendah dibanding *regular drone*. FPV *drone* merupakan *drone* yang hadir di pasaran, relatif berbiaya rendah, bahkan dapat dirakit sendiri oleh penggunanya (Kustanto & Al-Desafinadha, 2022).

FPV *drone* selain mampu bermanuver lebih bebas, juga dapat dirakit sendiri oleh penggunanya. Perakitan yang bisa dilakukan dengan mudah sesuai panduan dan beberapa pengetahuan dan keterampilan elektro sedikit dan juga pemahaman pengesetan melalui komputer. Merakit FPV *drone* masih dalam kategori berbiaya relatif murah dibanding *regular drone* pabrikan sehingga FPV *drone* lebih banyak digemari dan mudah didapatkan di pasaran.

Permasalahan mendasar bagi para *remote pilot* FPV pemula adalah masih kurangnya sumber referensi tentang pengetahuan dasar FPV *drone* dalam bentuk teks atau buku

panduan. Dengan demikian, untuk belajar menerbangkan FPV *drone* selain melalui bentuk *online (game)* dengan melakukan praktik lapangan. Namun, praktik lapangan tersebut memiliki tantangan dan risiko yang cukup besar jika pengetahuan dasar tentang FPV *drone* masih kurang. Seringnya terjadi penerbangan yang tanpa mengetahui teknis FPV *drone* sehingga ketika terjadi *crash* atau permasalaha pada *drone*, maka tidak mengetahui sumber masalah dan solusinya. Bahkan, pegetahuan dasar akan sangat membantu para *remote pilot* pemula untuk dapat merakit sendiri FPV *drone*, ataupun mencari solusi ketika terjadi masalah teknis pada FPV *drone*-nya.

Kini, dalam produksi film layar lebar pun sudah banyak yang menggunakan FPV *drone* untuk pengambilan gambar adegan-adegan tertentu yang menarik. Hasil gambar yang direkam menggunakan FPV *drone* memberikan daya tarik tersendiri yang tidak dengan mudah disamai dengan penggunaan *regular drone*. Alhasil, FPV *drone* kini bukan sekadar untuk hobi dan rekreasi melainkan menjadi salah satu profesi profesional dalam dunia produksi film. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi tentang pengetahuan dasar FPV *drone* sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang FPV *drone* bagi *remote pilot* FPV pemula.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan studi pustaka dalam mengumpulkan data-data yang digunakan sebagai sumber utama dan dikembangkan berdasar pada pengalaman dan praktik di lapangan sebagai *remote pilot*. Metode penelitian ini menggunakan studi pustaka dalam mengumpulkan data-data

yang digunakan sebagai sumber utama dan dikembangkan berdasar pada pengalaman dan praktik di lapangan sebagai *pilot remote*. Metode penelitian ini menggunakan studi pustaka dalam mengumpulkan data-data yang digunakan sebagai sumber utama dan dikembangkan berdasar pada pengalaman dan praktik di lapangan sebagai *remote pilot FPV drone*. Sumber utamanya bersumber dari berbagai jurnal, video tutorial, artikel, maupun pemikiran para praktisi dan *remote pilot FPV drone* yang berpengalaman yang dielaborasi untuk kemudian disarikan dalam penelitian ini. Hasil dalam penelitian ini akan terbagi menjadi dua bagian, yaitu tentang *FPV drone* (jenis *FPV drone* dan bagian perangkat *FPV drone*) dan bagian perangkat luar *drone*. Kedua bagian tersebut menjadi dasar pengetahuan yang. Diperlukan bagi seorang pilot *remote pilot FPV drone*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengetahuan dasar tentang *FPV drone* dan cara menerbangkan untuk *remote pilot* pemula ini merupakan kelanjutan dari penelitian terapan sebelumnya tentang video tutorial menerbangkan *FPV drone* dan penelitian terapan produksi video promosi kuliner menggunakan *FPV drone*. Penelitian ini merupakan pengembangan dan kelanjutan dari pengenalan dasar *FPV drone* dalam format teks yang berbeda dengan penelitian sebelumnya

Capaian dari penelitian ini adalah membuat panduan pengetahuan dasar tentang *FPV drone* bagi para *remote pilot* pemula yang belajar menerbangkan *FPV drone*. Fokus ke depannya untuk para *remote pilot* yang juga sebagai sinematografer untuk pengambilan gambar film menggunakan *FPV drone*. Dengan demikian, penelitian ini dapat

meningkatkan lahirnya *remote pilot FPV drone*, khususnya yang berkecimpung dalam dunia produksi film.

Tentang *FPV Drone*

Istilah *drone* dalam beberapa tahun terakhir semakin dikenal oleh masyarakat. Masyarakat sudah tidak asing dengan istilah tersebut dan bisa menandai ketika melihat sebuah benda dapat terbang dan menggunakan mesin serta tanpa adanya pilot berada di dalamnya, merupakan sebuah *drone*. Akhirnya, secara umum istilah *drone* bukanlah istilah aneh, bahkan menjadi istilah yang sudah populer. Terlebih saat ini *drone* yang merupakan kendaraan udara tak berawak mudah ditemui di sekitar kita, baik sebagai sebuah mainan maupun perangkat profesional.

Penggunaan kendaraan udara tak berawak (UAV) telah menarik perhatian utama dari para peneliti, insinyur, dan investor di bidang multidisiplin seperti pertanian, jangkauan sinyal, darurat situasi, kejadian bencana, pemantauan lahan pertanian dan lingkungan, dan pemetaan 3D. Penggunaan teknologi ini berperan penting dalam menunjang aktivitas manusia (Tavares & Tropea, 2020). Hingga perkembangan *drone* kini benar-benar masif, khususnya untuk kepentingan sipil atau nonmiliter. Pada awalnya, teknologi *drone* cenderung digunakan untuk bidang militer.

An unmanned aerial vehicle (UAV), commonly known as a drone, is an aircraft without a human pilot onboard. UAVs are a component of an unmanned aircraft system, which includes a UAV, a ground-based controller, and a system of communications between the two. The flight of UAVs may operate with various degrees of autonomy, either under remote control by a human operator or autonomously by onboard computers (N. K. Singh et al., 2019).

Kendaraan udara tak berawak disebut *unmanned aerial vehicle (UAV)*, yang pada umumnya dikenal dengan istilah *drone*, merupakan pesawat tanpa pilot manusia di dalamnya. UAV atau *drone* adalah komponen dari sistem pesawat tak berawak, yang mencakup UAV, pengontrol berpusat di darat, dan sistem komunikasi antara pengontrol darat dan UAV atau *drone* tersebut.

Drone sebenarnya memiliki banyak nama istilah seperti *quadcopters*, *quadrotors*, *multirotors*, dan UAV (*unmanned aerial vehicles*). Terlepas dari penyebutan itu, teknologi yang tertanam di dalam mesin *drone* merupakan teknologi yang canggih.

Drone merupakan pesawat yang dapat terbang tanpa perlu pilot manusia di dalamnya untuk mengendalikan. *Drone pilot* adalah *remote pilot* yang mengendalikan dari jarak jauh yang berada di luar pesawat itu sendiri.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 37 Tahun 2020 Tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia, Pesawat Udara Tanpa Awak (PUTA) adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh penerbang (pilot) atau mampu mengendalikan dirinya sendiri dengan menggunakan hukum aerodinamika. Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 63 Tahun 2021, istilah yang digunakan diperbarui menjadi Sistem Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak (SPUKTA) (Engineering Service, 2023).

Istilah penyebutan *drone* atau UAV disingkat SPUKTA, namun memang istilah ini tidaklah populer. Secara umum pesawat udara tanpa awak dikategorikan berdasarkan berat lepas landas maksimum (*maximum takeoff weight*) dan tujuan penggunaannya (Mandiri, 2023).

Pada saat ini ada beberapa jenis *drone*, yaitu *multicopter* atau disebut *rotary wing drone*, *fixed wing*, dan *vertical take off landing (VTOL)*. *Multicopter rotary wing* memiliki dua baling-baling atau lebih. Baling-baling ini disebut sebagai *rotor/copter*. *Multicopter drone* biasanya memiliki 3 hingga bahkan 12 baling-baling. (Engineering Service, 2023).

Sementara itu, *fixed wing drone* merupakan pesawat udara tanpa awak yang memiliki sayap tetap. Sebagian besar bagian dari sayapnya tidak bergerak sama sekali dan bisa terbang berkat adanya kecepatan udara yang merupakan hasil dorongan ke depan yang dihasilkan putaran baling-baling yang diputar oleh motor. Selanjutnya, *VTOL* atau *vertical take off landing* merupakan pesawat layaknya *fixed wing*, namun dibekali dengan motor yang memungkinkan melakukan *take off* dan *landing* secara vertikal.

VTOL drone ini pada prinsipnya adalah *fixed wing drone* yang dilengkapi *propeler* untuk *take off* dan *landing* layaknya *rotary wing*. *Drone* ini menjadi solusi dalam pemetaan area yang luas karena tidak membutuhkan area landasan untuk *take off* dan *landing* seperti halnya *rotary wing*, dan mempunyai kelebihan dalam jangkauan area pemetaan yang sangat luas layaknya *fixed wing* (Engineering Service, 2023).

Jenis *drone* yang paling populer adalah *multicopter/ multirotor drone*. Artinya, menggunakan banyak rotor (dinamo) dengan baling-baling untuk daya angkat terbangnya. Sementara itu, jumlah rotor menjadi istilah penyebutan seperti *tricopter* (tiga rotor), *quadcopter* (empat rotor), *hexacopter* (enam rotor), dan *octocopter* (delapan rotor). Dari berbagai istilah

penyebutannya, paling mudah dan popular menggunakan istilah *drone*.

Pertumbuhan industri *drone* telah berkembang pesat. *Drone* regular yang dibekali teknologi canggih sudah hadir di pasaran serta mudah didapatkan dan mudah diterbangkan. Bahkan banyak *drone* di pasaran yang berbasis hobi dan rekreasi ataupun mainan (*toys drone*) sehingga masyarakat umum bisa mengakses dan menerbangkan *drone* dengan begitu mudah. Hal ini menjadi sebuah perubahan kultur dalam dunia penerbangan tanpa awak. Dari sekadar bermain, hobi dan rekreasi akhirnya juga menumbuhkan perkembangan pengguna *drone* lebih pada kegiatan yang serius bahkan profesional. Dengan demikian, banyak bermunculan *remote pilot*, baik pada *drone* mainan dan hobi hingga profesi.

Drone dapat diterbangkan secara langsung. Artinya, pengendalian *remote pilot* melalui pandangan mata terhadap *drone*-nya yang disebut dengan *Visual Line of Sight* (VLOS) namun jarak terbangnya menjadi sangat terbatas. Terbatas sejauh kemampuan mata *remote pilot* dapat melihat *drone* tersebut.



Gambar 1 Menerbangkan *drone* dengan mode VLOS

Penerbangan lain dilakukan dengan menggunakan kamera yang terpasang pada *drone* dan hasil gambar ditangkap melalui monitor atau kacamata virtual (*goggles*). Teknik ini disebut dengan *beyond visual line of sight* (BVLOS) sehingga dapat terbang dengan cakupan jarak lebih jauh. Hal ini dikarenakan *remote pilot* dapat melihat pengendalian melalui kacamata virtual atau *goggles* yang lebih jauh dibanding dengan VLOS yang sebatas mata memandang.

These drones can fly within Visual Line of Sight (VLOS) for limited distances or beyond visual line of sight (BVLOS), covering far greater distances (Azar et al., 2021).

Regular drone (bukan FPV *drone*) saat ini banyak dijual di pasaran dengan harga yang terjangkau. *Regular drone* biasanya sudah dilengkapi dengan sensor keselamatan, yang ditempatkan baik di depan, sisi kanan-kiri, belakang, bahkan bagian bawah dari *drone*. Hal ini menjadikan *drone* memiliki kemampuan terhindar dari menabrak objek (*obstacle*) di sekitarnya, seperti bangunan dan pohon. *Regular drone* pada umumnya juga memiliki fitur kemampuan untuk kembali ke tempat awal/rumah yang sudah ditentukan atau istilahnya *return to home* (RTH). Dengan demikian, apabila pada saat terbang kehilangan sinyal, *drone* dapat terbang kembali ke pengendali. Hal ini membuat resiko kehilangan *drone* menjadi semakin lebih kecil.

Regular drone lebih mudah untuk diterbangkan karena memiliki fitur yang tersedia dalam mesin utama/*onboard* yang cukup membantu dalam memberikan keselamatan penerbangan seperti sensor, juga dibekali GPS serta kamera dengan gimbal.



Gambar 2 (Regular) *Drone*
Sumber: www.xakatafoto.com



Gambar 3 Perangkat Remote pada *Regular Drone*
Sumber: www.dji.com

Di pasaran, *regular drone* sangat mudah didapat dengan berbagai varian dari yang sederhana sampai profesional.

Kini *drone* semakin populer dalam keseharian kita. Dari hobi atau sebatas mainan menerbangkan *drone* sampai penggunaan *drone* untuk tujuan yang lebih serius seperti pengamatan lalu lintas, pertanian, pengamatan keamanan lingkungan, pemetaan dan yang memiliki hobi fotografi maupun dalam bidang film juga memanfaatkan *drone*.

Kemajuan pertumbuhan *drone* ini juga diikuti dengan kemajuan jenisnya. Dari *regular drone* kemudian *drone* mainan tanpa kamera (melihat dengan mata langsung), *regular drone* dengan monitor (monitor layar telepon genggam) dan *drone* menggunakan kamera dan kacamata virtual (*goggles*) untuk melihat dan mengontrol pandangan dalam penerbangannya yang biasa disebut *FPV drone*.



Gambar 4 FPV *Drone*

FPV *drone* atau *first person view* adalah *drone* yang menggunakan kamera terpasang pada perangkatnya dan *remote pilot* menerbangkannya menggunakan kacamata virtual (*goggles*) untuk melihat tangkapan kamera *drone*. FPV *drone* ini semakin populer dan berkembang pesat dengan berbagai kekhususan seperti *drone* untuk balap (*race*), mengeksplorasi dengan gaya bebas (*freestyle*), atau mode berpetualangan mengambil gambar jarak jauh (*longrange*) bahkan khusus untuk pengambilan gambar estetis (*cinematic*).

Ketika semua orang mengenal pesawat tak berawak dengan sebutan *drone*, pada perkembangan FPV *drone* banyak yang belum mengetahui bahkan mengenal. Apakah FPV *drone* itu? Apa perbedaan dengan *regular drone*? Pada awalnya memang pesawat terbang tak berawak populer dengan istilah *drone*. Kategori ini adalah *regular drone*. *Regular drone* dengan segala kemajuan teknologinya dibenamkan teknologi sensor untuk menjaga penerbangan dan kontrol pandangan penerbangan melalui monitor. Terbang dengan aman, terkontrol namun terbatas gerakan atau

gaya terbangnya. Sementara itu, *FPV drone* memiliki perbedaan mendasar pada sistem kamera yang ditanamkan di dalam *drone*. Pada *FPV drone*, gambar hasil tangkapan kamera merupakan pandangan langsung *remote pilot* saat menerbangkan *drone* yang ditangkap melalui kacamata virtual (*goggles*). Dengan demikian, *remote pilot* *FPV drone* seakan berada di dalam pesawat tak berawak tersebut.

First person view (FPV) technology for unmanned aerial vehicles (UAVs) provides an immersive experience for pilots and enables various personal and commercial applications such as aerial photography, drone racing, search and rescue operations, agricultural surveillance, and structural inspection (S. Singh et al., 2021).

Dijelaskan bahwa teknologi *FPV drone* memberikan pengalaman mendalam bagi *remote pilot*. Memungkinkan berbagai peruntukan baik personal maupun komersial seperti fotografi udara, balap *drone*, operasi pencarian dan penyelamatan, pengawasan area, pertanian, dan inspeksi terstruktur.

Teknologi *FPV* menyediakan pandangan dari kendaraan udara tak berawak ke *remote pilot* pengendali di darat. Dengan demikian, memungkinkan *remote pilot* untuk melakukan manuver *FPV drone* berdasarkan pandangan gambar video dari kamera *FPV*.

Dalam menerbangkan *FPV drone*, *remote pilot* memakai kacamata virtual yang menampilkan gambar video dari *drone* secara langsung. Hal ini memungkinkan mereka untuk menerbangkan *drone* seolah-olah mereka sedang duduk di dalam *drone* tersebut dan memberikan sensasi penerbangan.



Gambar 5 *Remote Pilot* Memakai Goggles



Gambar 6 *FPV Drone* 2,5 Inch

Karena karakteristik ini, penerbangan *FPV* menjadi populer untuk tujuan rekreasi dan hobi seperti balap *drone*.

Jenis *FPV Drone* Berdasar Gaya Terbang

1. *Racing* atau *Balap*

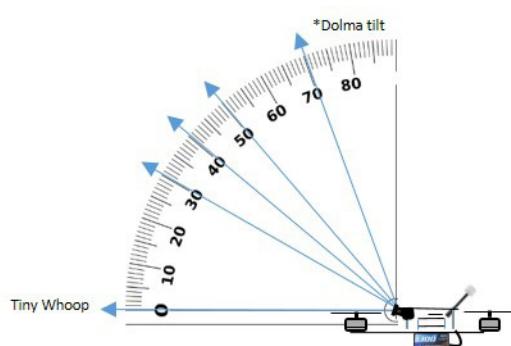
Racing drone merupakan sebuah *drone* yang memiliki fungsi untuk balapan, yaitu mengadu kecepatan dengan kemampuan

melewati berbagai rintangan yang telah disiapkan di jalur terbangnya. Gaya terbang *racing drone* identik dengan kecepatan. Dengan demikian, terbangnya sangat kencang dengan posisi sudut penerbangan yang cukup besar (*drone* menuik) dengan sudut posisi kamera di sekitar 45°.

Drones designed for racing usually feature powerful miniaturized electronics embedded in fairly light and strong geometric composite structures. The main objective of this article is to analyse the behaviour of various models of racing drones and their geometrical structures (airframes) (Castiblanco et al., 2021).

Drone yang dirancang untuk balap biasanya menggunakan perangkat elektronik kecil yang kuat dan terpasang dalam badan *drone*, yang memiliki bahan cukup ringan dan kekuatan lebih pada struktur rangkanya. Dengan demikian, *racing drone* memiliki kemampuan manuver yang cukup lincah dan mampu terbang dengan kecepatan tinggi serta ampu melewati *obstacle* atau rintangan dengan cepat dan lincah.

Racing drone has become a popular televised sport with high-profile international competitions. In a drone race, each vehicle is controlled by a human pilot, who receives a first-person-view live stream from an onboard camera and flies the drone via a radio transmitter (Kaufmann et al., 2018).

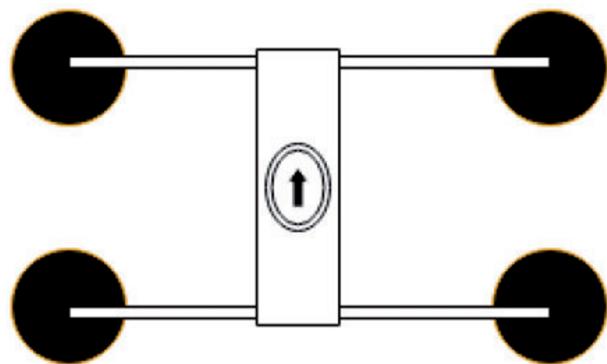


Gambar 7 Sudut Kamera *Racing Drone* atau Balap
Sumber: www.getfpv.com

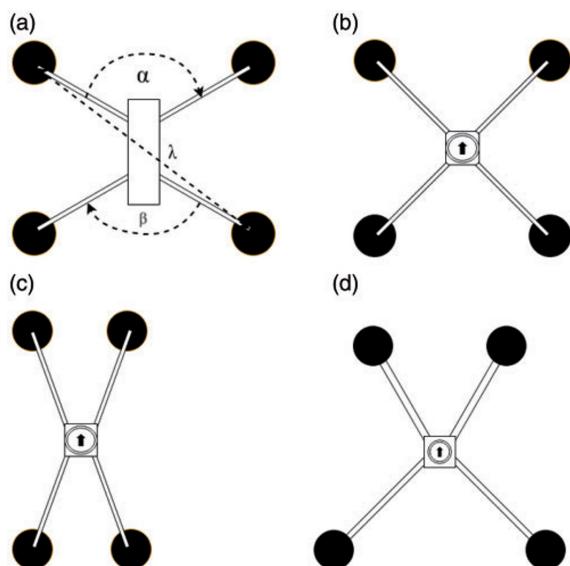
Racing drone telah menjadi bagian dari olahraga yang populer dengan kompetisi internasional bahkan menjadi hiburan atau tontonan acara televisi.

Desain bingkai pada *racing drone* memiliki kelebihan, khususnya untuk mencapai kelincahan, kecepatan, dan kendali yang baik serta bobot yang dirancang semakin ringan dan sesuai dengan karakteristik terbangnya, untuk mencapai kecepatan maksimal.

Beberapa desain bingkai untuk *racing drone* atau balap adalah seperti dalam Gambar 9.



Gambar 8 Basic Airframe Structure (Castiblanco et al., 2021)



Gambar 9 Typical Racing Airframe Structures
(Castiblanco et al., 2021)

Karakteristik geometris badan pesawat ditunjukkan pada Gambar 7(a) (i) lambda jarak antarrotor (*wheelbase*); dan (ii) jarak sudut antara lengan atau alfa dan sudut beta; (iii) bentuk bodi badan pesawat (menjadi tren komersial).

Merupakan karakteristik yang menciptakan hasil yang menarik dan variasi yang bagus dari model badan pesawat dapat dicirikan dalam tiga struktur yang didefinisikan pada gambar 7(b), 7(c), dan 7(d) (Castiblanco et al., 2021b).

Racing drone memiliki posisi penempatan baterai berada di bagian bawah bingkai. Berbeda dengan *drone* gaya bebas (*freestyle*), yaitu baterai berada di atas bingkai.

Penempatan baterai *racing drone* di bawah memiliki tujuan baik untuk mendapatkan gravitasi dan titik tengah (*centre of gravity*) sehingga *drone* sangat maksimal baik kecepatan, kelincahan, maupun kendalinya.



Gambar 10 Penempatan Baterai *Racing Drone* (Balap)
Sumber: www.thedronesmag.com



Gambar 11 *Racing Drone* (Balap)
Sumber: www.uavcoach.com



Gambar 12 *Drone* Gaya Bebas (*Freestyle*)

2. Gaya Bebas (*Freestyle*)

Salah satu gaya terbang pada *FPV drone* adalah gaya bebas atau sering disebut “*freestyle*”. *Freestyle drone* merupakan *drone* yang memiliki kemampuan melakukan manuver yang meliuk-liuk seakan menari-nari. Melakukan gerakan melewati *obstacle* atau celah sempit, sampai gerakan menyusuri lorong atau ruangan gedung secara atraktif.

Gerakan-gerakan bebasnya dari melakukan putaran ke depan, menggulung ke samping dan gerakan *diving* atau menuruni sebuah objek yang tinggi. *FPV freestyle drone* memiliki kemampuan melakukan trik atau akrobat udara yang cukup tinggi.

3. *Drone* Jarak Jauh (*Long Range*)

Drone untuk terbang jarak jauh sering disebut *long range drone*. Jarak yang ditempuh merupakan jarak jauh dalam penerbangan *FPV* tidak memiliki definisi yang ketat (Oscar Liang, 2023). Walaupun belum ada pembatasan yang tepat untuk membedakan jarak dalam penyebutan *long range*, *long range drone* biasa digunakan untuk terbang dengan jarak yang melebihi kemampuan mata memandang secara terbuka langsung. Rata-rata kemampuan sinyal video *long range drone* digital adalah 4 km hingga 10 km untuk video dan *goggles* digital. Oleh karenanya, jarak yang jauh tersebut bisa diasumsikan dengan kisaran kemampuan

sinyal video transmisi 4-10 km bahkan dapat ditingkatkan lebih jauh.

Long range drone memiliki karakter desain bingkai yang berbeda. Desain bingkai yang sering disebut dengan “*death cat*” disesuaikan agar memiliki kestabilan untuk terbang dengan jarak tempuh yang jauh.

Karena jarak penerbangan yang dilakukan, *long range drone* memiliki keketatan kelengkapan yang wajib ditanamkan pada *drone* atau di luar *drone*, seperti GPS, *buzzer* (speaker penanda), Baterai Li-ion, vtx (*video transmitter*) yang berkekuatan besar/memiliki jangkauan jauh, kestabilan bingkai, durabilitas rotor, pilihan jenis *propeller* yang tepat, *remote* atau radio kontrol dengan jangkauan yang jauh dan membutuhkan bantuan *spotter* (*visual observer*) yang membantu mengawasi dan menandai arah, cuaca, atau kondisi sekitar jalur penerbangan.

FPV drone bekerja harus terkait dengan beberapa bagian yang mendukung. Bagian-bagian tersebut menjadi pokok atau utama sehingga *FPV drone* dapat diterbangkan dan dikendalikan oleh seorang *remote pilot*. Bagian tersebut dapat dibedakan menjadi bagian perangkat *FPV drone* dan bagian perangkat di luar *FPV drone* (*ground-bassed controllers*).



Gambar 13 Bingkai *Death Cat* untuk *Long Range Drone*

Bagian Perangkat *FPV Drone*

1. Bingkai

Bingkai *FPV drone* sering disebut *frame*, yaitu rangka utama struktur *FPV drone*. Rangka ini menjadi bagian tubuh yang menjadi tempat komponen *drone* dipasang. Seperti rotor, *propeller*, kamera *FPV*, FC dan ESC, pemancar radio (RX), baterai, dan antena.

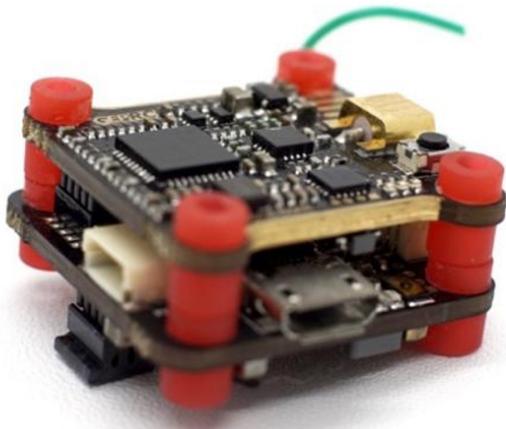
Bingkai menjadi sangat penting karena memiliki fungsi dan peran yang sangat signifikan pada model penerbangan *FPV drone*. Bingkai tiap gaya pada *FPV drone* mungkin bisa berlainan. Namun, bingkai dibuat dengan ketahanan tinggi, kuat, namun ringan. Hal ini memengaruhi dari bobot *drone* dan durabilitasnya serta kemampuan jelajah atau manuver *drone* tersebut.



Gambar 14 Bingkai *FPV Drone*



Gambar 15 Bingkai *FPV Drone Octocopter*



Gambar 16 Rangkaian Mesin FPV *Drone*

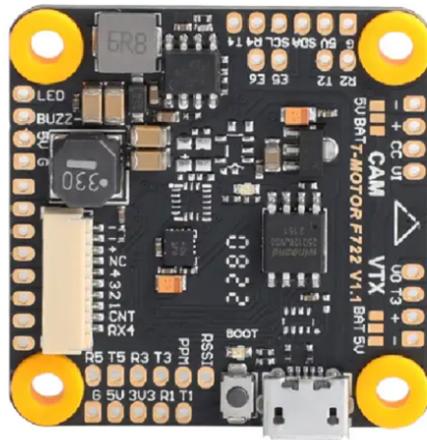
2. Mesin

Mesin menjadi perangkat utama sebuah FPV *drone* dalam bekerja karena mesin ini akan mengatur kerja motor dan pengendaliannya. Mesin *drone* terdiri dari dua bagian, yaitu *electronic speed control* (ESC) dan *flight control* (FC) atau pengendali penerbangan. Pengendali penerbangan adalah otak *drone* yang mengirimkan sinyal ke ESC dan mengontrol GPS, kamera, dan RC penerima.

Flight Control

Pengendali penerbangan (FC) adalah papan sirkuit kecil dengan berbagai kompleksitas. Fungsinya untuk mengarahkan RPM masing-masing motor sebagai respons terhadap masukan atau input.

Ini adalah otak utama dari sebuah *drone*. Merupakan pengontrol penerbangan yang mengambil input dari modul GPS, kompas, sensor penghindaran rintangan, dan pengontrol jarak jauh. Selanjutnya memprosesnya menjadi informasi yang diberikan kepada ESC untuk mengontrol penerbangan melalui pengelolaan motor *drone*.

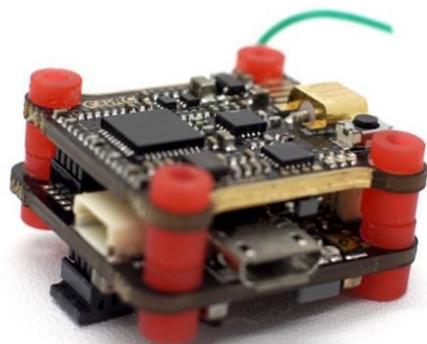


Gambar 17 *Flight Control* (FC) F7 FPV Flight Controller
30.5X30.5

<https://store.tmotor.com/categorys/f-series-flight-controller>

Electronic Speed Control (ESC)

Kontrol kecepatan elektronik yang mengontrol kerja pada motor *drone*. Perangkat ESC tersebut yang merupakan mesin utama yang mengatur dan mengelola kerja dari motor drone, dan terhubung dengan *flight control* (pengontrol penerbangan) juga menghubungkan dengan pemancar (RX) dan sumber baterai. Antara ESC dan FC akan terhubung dan masing-masing memiliki peran dan kerja yang saling terkait. ESC terhubung ke papan distribusi daya dan pengontrol penerbangan karena ESC menerima sinyal dari penerbangan pengontrol itu mengubah jumlah daya yang diberikan ke masing-masing motor.



Gambar 18 *Electronic Speed Control* (ESC) FPV *Drone*



Gambar 19 *Brushless Motor*



Gambar 20 *Brushless Motor*

<https://store.tmotor.com/product/fpv-motor-cine77.html#&gid=1&pid=1>

3. Motor (*Brushless Motor*)

Drone (quadcopters) memiliki dua motor searah jarum jam dan dua motor berlawanan arah jarum jam untuk menyamakan gaya belok yang dihasilkan oleh baling-baling yang berputar. Kondisi ini biasanya diaplikasikan pada *drone* yang menggunakan baling-baling empat buah.

Untuk menetralisasi gaya balik yang dihasilkan oleh baling-baling berputar, *drone (quadcopters)* memiliki dua motor searah jarum jam dan dua motor berlawanan arah jarum jam. Semua *drone* terbaru menggunakan motor listrik *brushless* yang lebih efisien, lebih andal, dan lebih senyap daripada motor yang menggunakan *brush* atau *plat sikat*.



Gambar 21 Pemancar Radio (RX) pada FPV *Drone*

4. Pemancar Radio (RX) dan Gambar (VTX)

Pemancar video, atau sering disingkat dengan istilah VTX, akan terhubung ke kamera FPV untuk mengirimkan video ke kacamata (*goggles*) atau monitor FPV. Kebanyakan *quadcopters* menggunakan sinyal pada ukuran 5.8 GHz untuk mentransmisikan gambar hasil tangkapan dari kamera pada *drone*.

5. Kamera FPV

Kamera FPV digunakan untuk menghindari segala jenis tabrakan dan untuk keamanan sehingga dapat merekam peristiwa yang tidak diinginkan.

FPV *drone goggles* adalah perangkat yang digunakan untuk melihat hasil video yang ditransmisikan dari *drone*.



Gambar 22 Kamera FPV



Gambar 23 Propeller atau Baling-Baling FPV Drone
<https://store.tmotor.com/product/f5146-fpv-propeller.html>

6. Propeller atau Baling-Baling

Baling-baling adalah bagian terpenting dari *drone* yang menghasilkan dorong saat diputar. Karena memiliki dua motor berlawanan arah jarum jam dan motor searah jarum jam, *drone* juga memiliki dua baling-baling yang berbeda, satu untuk setiap arah motor.

Setiap baling-baling berputar mendorong udara ke bawah pada permukaan airfoil menciptakan area tekanan yang lebih rendah di atas baling-baling dan area tekanan yang lebih tinggi di bawahnya menghasilkan perbedaan tekanan sehingga mendorong *drone* ke atas.

7. Baterai

FPV *drone* dapat terbang karena perputaran motor/rotornya, dan perputaran motor tersebut ditenagai oleh listrik yang bersumber dari baterai. Baterai *drone* ada beberapa jenis dan memiliki kesesuaian dalam penggunaan *drone* tersebut. Baterai FPV *drone* merupakan baterai yang dapat diisi ulang sehingga memiliki tingkat efisiensi dalam penyiapan baterai.



Gambar 24 Baterai Li-on



Gambar 25 Baterai Li-Po



Gambar 26 GPS

8. GPS

GPS digunakan untuk melacak arus lokasi *FPV drone* dan mengirimkan data ke perangkat dan server juga sehingga dapat dilacak dari mana saja dan itu juga membantu *drone* untuk mempertahankan kondisinya yang stabil.

Satelit GPS mengirimkan informasi tentang lokasinya ke permukaan bumi. Sinyal-sinyal ini bergerak dengan kecepatan cahaya dan dibaca oleh modul GPS pada *drone*. Dari sana, *drone* menghitung geolokasinya berdasarkan jumlah waktu yang dibutuhkan sinyal untuk tiba dari berbagai satelit. Satelit GPS ini memberi *drone* kemampuan untuk memahami di mana ia berada di Bumi dan mempertahankannya posisi.

Bagian Luar Drone

(Ground-Based Controllers)

Bagian lain di luar *drone* adalah bagian pengontrol di darat. Bagian ini menjadi sangat penting dikarenakan sebagai pengendali agar

drone dapat beroperasi dan dikendalikan penerbangannya. Ada dua bagian pengendali berbasis darat, yaitu radio kontrol (*remote*) sebagai pengendali terbang *drone* dan monitor dapat berupa kacamata virtual (*goggles*) sebagai pandangan visual langsung pilot *remote* saat drone beroperasi yang ditangkap melalui kamera yang terpasang pada drone dan dikirimkan ke *goggles*.

The most important accessory is the RF-based remote controller for the drone, which helps to control the UAV from a remote location (N. K. Singh et al., 2019).

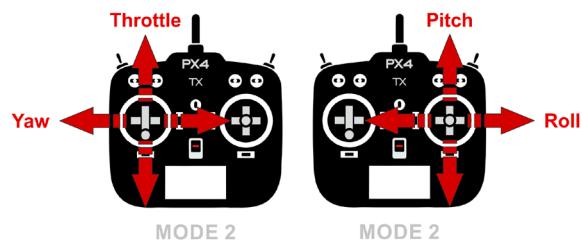
Bahwa aksesori yang paling penting adalah *remote control* untuk *drone*, yang membantu dalam mengendalikan UAV dari lokasi berjarak antara pilot *remote* dan *drone*. *Ground-bassed controllers* atau aksesoris berbasis darat *drone* terbagi menjadi dua bagian, yaitu radio kontrol (*remote control*) dan monitor berupa kacamata virtual (*goggles*) atau monitor lainnya.

Remote (Radio Kontrol)

Remote control merupakan perangkat pokok pengendali FPV *drone*. Semua pergerakan dari FPV *drone* dipandu atau digerakkan melalui perangkat *remote control*. Dengan demikian, *remote control* menjadi bagian kunci untuk mengoperasikan *drone*. Sebuah *remote control* memiliki akses berupa sinyal transmitter yang akan diterima oleh *receiver* yang terpasang di dalam *drone*.



Gambar 29 *Remote control*



Gambar 30 Fungsi Tuas *Remote Control* (Mode 2)
Sumber: https://docs.px4.io/v1.8.2/en/flying/basic_flying.html

Remote control memiliki tuas pokok sebanyak dua tuas yang terlihat di sisi kanan dan kiri. Tuas tersebut dalam dunia *drone* dikenal dengan tuas pengendali *throttle* dan *yaw* dan tuas satunya pengendali *pitch* dan *roll*. Sementara pada *remote control* juga memiliki beberapa tombol fungsional yang tiap jenis *remote control* tidaklah sama jumlahnya tergantung jumlah kanal pada *remote control* tersebut. Selain tuas pengendali ada beberapa tombol yang harus ada untuk melakukan *arming – disarming* (menyalakan dan mematikan *drone*) serta beberapa tombol lain yang difungsikan sesuai kebutuhan penerbangan atau *remote pilot* itu sendiri.

Keterangan:

Roll pergerakan berputar ke arah kanan (*roll right*) atau ke arah kiri (*roll left*), *Pitch* bisa diartikan gerakan maju (*pitch forward*) atau mundur (*pitch backward*). Namun, gerakan maju bukan berarti sederhana berarti maju dan mundur, namun gerakan berdasar pada maju menukik atau mundur menukik. Apabila *pitch* dilakukan penuh, bisa jadi *drone* berputar ke depan atau ke belakang. Dengan demikian, kontrol *pitch* dilakukan dengan tepat terutama ketika mode yang akan digunakan penerbangannya adalah mode *acro*. *Yaw* merupakan gerakan berputar pada sumbu poros tengah *drone* ke arah kiri atau kanan.



Gambar 32 *Goggles* atau Kacamata Virtual Digital

Goggles (Kacamata Pandang Virtual)

Hasil gambar yang ditangkap oleh kamera FPV *drone* akan dipancarkan melalui sinyal menuju monitor. Monitor FPV *drone* yang digunakan berupa kacamata virtual yang disebut *goggles*. Menggunakan *goggles* lebih menarik dan lebih berkesan mendalam seorang *remote pilot* seakan-akan berada di dalam sebuah FPV *drone*. *Goggles* diaktifkan menggunakan baterai dan memiliki penerima sinyal dari *transmitter* yang dipasang pada FPV *drone*.

Many people prefer flying with goggles rather than a monitor. Goggles can provide a more immersive experience and minimize distractions. (https://uavcoach.com/wp-content/uploads/2016/12/FPV-Systems-Guide_Winter2016.pdf)

Dikatakan bahwa banyak orang lebih suka terbang dengan kacamata daripada monitor. Kacamata dapat memberikan pengalaman yang lebih imersif dan meminimalkan. Artinya, seorang *remote pilot* akan lebih intim masuk ke dalam FPV *drone*.

Latihan Awal Menerbangkan FPV *Drone*

Bagi para *remote pilot* pemula, setelah mengenal pengetahuan dasar FPV *drone* maka dapat mulai berlatih praktik langsung. Sebelum melakukan praktik langsung ada beberapa hal wajib yang perlu dilaksanakan

sebagai sebuah prosedur keamanan baik lingkungan terhadap manusia maupun keamanan FPV *drone* tersebut. Hal pertama adalah kondisi lingkungan terbuka dan aman dari manusia di sekitarnya, jalur pesawat udara dan jalur area berbahaya lain seperti jalur listrik dan tower sinyal lainnya. Kedua, wajib mengecek kondisi FPV *drone*, baik dari *propeller*, baterai, koneksi radio kontrol, maupun koneksi sinyal gambar antara *drone* dan *goggles*. Pastikan semuanya dalam keadaan baik. Ketiga, dalam berlatih wajib ada pendamping sebagai pengawas langsung yang dapat membantu memberikan arahan pada kondisi penerbangan. Apabila semua sudah siap, maka dapat melakukan praktik penerbangan. Adapun praktik penerbangan yang perlu dilakukan di awal adalah:

1. Arming and Dis-arming

Istilah lain adalah mengaktifkan dan menonaktifkan FPV *drone*. Belajar memahami tombol, mengaktifkan mesin, dan mematikan mesin sebagai langkah pembiasaan.

2. Take-off and Landing

Selanjutnya belajar menerbangkan awal, yaitu *take off* (naik ke atas) dan *landing* (mendarat). Latih dengan baik proses ini agar menjadi sangat fasih bagaimana kondisi terbang awal dan mendaratkan FPV *drone*. Bagian ini merupakan fondasi dari semua penerbangan.

3. Hovering (diam di udara)

Biarkan *drone* melayang stabil di satu titik. Kendalikan agar tidak hanyut oleh angin. Latihan ini melatih kesabaran dan kendali halus.

4. Gerakan Kotak

Terbangkan *drone* maju, geser kanan, mundur, lalu geser kiri, membentuk pola

kotak. Latihan ini melatih koordinasi *pitch* dan *roll*.

5. Gerakan Lingkaran

Terbangkan *drone* mengelilingi satu titik (misalnya pohon atau tiang). Ini berguna untuk teknik orbit *shot* dalam videografi.

6. Menghadap Arah Berbeda

Banyak pemula kebingungan ketika *drone* menghadap ke arah berlawanan. Saat *drone* menghadap kita, kontrol terasa terbalik. Latih terus hingga terbiasa (Ahmad, 2025).

SIMPULAN

Dalam dunia produksi film, pengambilan gambar menggunakan FPV *drone* menjadi bagian penting dalam pengambilan gambar yang menarik, penuh manuver dan memberikan kesan impresif yang berbeda dengan gaya pengambilan gambar dengan *regular drone*. Dengan demikian, penggunaan FPV *drone* dalam produksi film sudah tentu menjadi tuntutan dan tantangan ke depan dalam produksi film. Pada sisi lain, seorang sinematografer yang mengkhususkan pengambilan gambar udara dengan FPV *drone* harus memahami karakter dasar dari FPV *drone*. Belajar menerbangkan perlu waktu berlatih secara rutin dan memenuhi kriteria keselamatan dengan melaksanakan prosedur yang wajib dilakukan. Selain itu, melalui buku panduan yang akan membantu pemahaman dasar tentang FPV *drone* yang sangat penting untuk diketahui sebagai bagian dari penunjang kemampuan seorang *remote pilot FPV drone*.

Berbagai tantangan dan kendala di lapangan dalam penyusunan penelitian ini sangat dirasakan oleh penulis khususnya dalam sumber-sumber referensi yang tepat. Namun, pada akhirnya dapat terselesaikan.

Penelitian terapan ini diharapkan memiliki manfaat khususnya bagi FPV *drone* dalam produksi film.

KEPUSTAKAAN

Azar, A. T., Koubaa, A., Ali Mohamed, N., Ibrahim, H. A., Ibrahim, Z. F., Kazim, M., Ammar, A., Benjira, B., Khamis, A. M., Hameed, I. A., & Casalino, G. (2021). Drone deep reinforcement learning: A review. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 9). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/electronics10090999>

Castiblanco, Garcia-Nieto J.M., Simarro S.R., & Salcedo J.V. (2021a). Experimental study on the dynamic behaviour of drones designed for racing competitions. *International Journal of Micro Air Vehicles*, 13. <https://doi.org/10.1177/17568293211005757>

Castiblanco, J. M., Garcia-Nieto, S., Simarro, R., & Salcedo, J. V. (2021b). Experimental study on the dynamic behaviour of drones designed for racing competitions. *International Journal of Micro Air Vehicles*, 13. <https://doi.org/10.1177/17568293211005757>

Engineering Service, Prab. , P. K. P. P. (2023). *Aerial Mapping Untuk Pembuatan Peta Dasar*.

Go, Y. G., Kang, H. S., Lee, J. W., Yu, M. S., & Choi, S. M. (2021). Multi-user drone flight training in mixed reality. *Electronics (Switzerland)*, 10(20). <https://doi.org/10.3390/electronics10202521>

Kaufmann, E., Loquercio, A., Ranftl, R., Dosovitskiy, A., Koltun, V., & Scaramuzza, D. (2018). *Deep Drone Racing: Learning Agile Flight in Dynamic Environments*. <http://arxiv.org/abs/1806.08548>

Kustanto, L., & Al-Desafinadha, J. (2022). *Video Tutorial Menerbangkan Drone*

(*FPV*) Untuk Pilot Pemula.

Kustanto, L., Widyasmoro, A., & Elbaraja, D. M. (2024). Director Preparation: Penyutradaraan Adegan Drone Shot Menggunakan Frone FPV. *Tonil*, 21(2), 111–125.

Mandiri, H. P. (2023). *Remote Pilote Guide with 12 Aeronautical Knowledge*.

Nägeli, T., Alonso-Mora, J., Domahidi, A., Rus, D., & Hilliges, O. (2017). Real-time Motion Planning for Aerial Videography with Dynamic Obstacle Avoidance and Viewpoint Optimization. In *IEEE Robotics And Automation Letters. Preprint Version* (Vol. 1). <http://developer.parrot.com/>

Nur, E., & Samtrimandasari, A. (2023). Analisis Angle Kamera Point of View untuk Membangun Penceritaan Terbatas dalam Film Searching. In *Jurnal Sense* (Vol. 6, Issue 1).

Oscar Liang. (2023, April). *A Guide to Long Range FPV Drone Flying: Tips for Safe & Confident Exploration*. Apr 2023 – Article Updated.

Singh, N. K., Muthukrishnan, P., & Sanpini, S. (2019). Industrial System Engineering for Drones. In *Industrial System Engineering for Drones*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3534-8>

Singh, S., Lee, H. W., Tran, T. X., Zhou, Y., Sichitiu, M. L., Guvenc, I., & Bhuyan, A. (2021). FPV Video Adaptation for UAV Collision Avoidance. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 2, 2095–2110. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2021.3106274>

Tavares, C., & Tropea, M. (2020). Unmanned Aerial Vehicles Platforms, Applications, Security and Services. *Mdpi Journal Electronics, UAV*. www.mdpi.com/ journal/electronics

Tezza, D., Laesker, D., Caprio, D., & Andujar, M. (2020). Let's fly! an analysis of flying FPV drones through an online survey. *CEUR Workshop Proceedings*, 2617.

Sumber Youtube

Behind The Scene Film Red Notice: Adegan menggunakan drone FPV <https://youtu.be/zZBdVk3KFTk>

Behind The Scene Film Mission Impossible : Adegan menggunakan drone regular <https://youtu.be/-lsFs2615gw>

Behind The Scene Film Ambulance : Adegan menggunakan drone FPV <https://youtu.be/Y7fOHLDN8Y4>

Your Guides to Drone System https://uavcoach.com/wp-content/uploads/2016/12/FPV-Systems-Guide_Winter2016.pdf