

Pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang

Febria Roza^{1,*}, Imam Muthohar², Sigit Priyanto³

^{1,2,3}Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada

Article Info

Article history:

Received July 11, 2022

Accepted August 1, 2022

Published November 1, 2022

Keywords:

Pesawat Udara Tanpa Awak

Pengiriman Barang

UAV

UAS

ABSTRAK

Pada awal Tahun 2019, JD.com bersama JD.ID berhasil melakukan uji coba pengiriman barang menggunakan pesawat udara tanpa awak (*drone*) di Indonesia untuk layanan logistik yang lebih maju, hal ini merupakan isu yang penting dalam pengiriman barang yang lebih efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran bagi jasa pengiriman barang yang akan memanfaatkan teknologi pesawat udara tanpa awak (*drone*) dalam menyiapkan pesawat udara tanpa awak (*drone*) dan jalur terbang yang tepat untuk digunakan. Metode deskriptif kualitatif yang diawali dengan mengumpulkan literatur, melakukan observasi dan juga mengumpulkan data hasil wawancara terstruktur dengan 10 orang informan digunakan dalam penelitian. Hasil penelitian ini adalah Teknologi pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) terus berkembang, *delivery drone* di daerah perkotaan merupakan pengembangan terbaru pada tahun 2020, pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) tipe *multi-rotor* serta memiliki sistem terbang VTOL tepat untuk digunakan dan jalur terbang yang mengikuti median ataupun sisi jalan didarat aman untuk operasional pengiriman barang.



Corresponding Author:

Febria Roza,

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan,

Universitas Gadjah Mada,

Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta (55281), Indonesia.

Email: *febriaroza@mail.ugm.ac.id

1. PENGANTAR

Transportasi bukan hanya perpindahan manusia dari satu tempat ke tempat lainnya, tetapi perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lainnya menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin juga termasuk dalam transportasi. Pada awal tahun 2019, JD.com bersama JD.ID berhasil melakukan uji coba pengiriman barang menggunakan teknologi pesawat udara tanpa awak (*drone*) untuk layanan logistik yang lebih maju [1]. Hal ini merupakan isu yang penting di Indonesia dalam pengiriman barang yang lebih efisien, sehingga wacana pengoperasian pesawat udara tanpa awak (*drone*) untuk kepentingan komersial khususnya pengiriman barang merupakan hal baru yang memberikan prospek peluang bisnis yang sangat menjanjikan [2].

Pesawat udara tanpa awak (*drone*) dapat diprogram atau dipandu dengan mandiri sesuai kebutuhan dan evaluasi hasil yang diinginkan berjalan dengan cepat serta memiliki karakteristik *real time* [3]. Efisiensi biaya dan keselamatan merupakan nilai lebih yang ditawarkan oleh pesawat udara tanpa awak (*drone*), sehingga pengembangan pesawat udara tanpa awak (*drone*) menarik untuk dilakukan mengingat peran strategis dari pesawat udara tanpa awak (*drone*) [4]. Penggunaan pesawat udara tanpa awak (*drone*) untuk pemantauan dan penanganan bencana alam diharapkan dapat meningkatkan ketahanan wilayah, karena dapat menjangkau daerah yang rawan bencana [5]. Sehingga pesawat udara tanpa awak (*drone*) dapat dimanfaatkan sebagai alat angkut logistik alternatif di Indonesia sebagai kawasan cincin api (sering dilanda gempa) yang mengakibatkan rusaknya infrastruktur transportasi [6].

Terdapat banyak sistem yang digunakan untuk mengklasifikasikan dan mengkategorikan pesawat udara tanpa awak (*drone*) yang digunakan oleh pemerintah dan organisasi internasional [7]. Klasifikasi yang umum digunakan berdasarkan bobot, daya tahan baterai dan jangkauan operasinya. Klasifikasi berdasarkan bobot atau berat pesawat udara tanpa awak (*drone*), yaitu kecil, sedang dan besar. Penggunaan pesawat udara tanpa

awak (*drone*) akan memberikan bantuan besar bagi kota-kota sibuk dengan mengambil lalu lintas ke udara dari jalan [8]. Pesawat udara tanpa awak (*drone*) akan memberikan bantuan besar untuk layanan *urban first and last mile* dengan peningkatan kecepatan dan fleksibilitas. Serta keuntungan menggunakan pesawat udara tanpa awak (*drone*) untuk rantai pasokan dan logistik adalah pengiriman pesawat udara tanpa awak (*drone*) yang lebih murah dan cepat, proses kegiatan tidak memerlukan pilot manusia yang mahal dan menjaga keselamatan tenaga kerja dengan menjauhkan pekerja dari bahaya [9].

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai perusahaan menunjukkan ketertarikan dalam menerapkan pesawat udara tanpa awak (*drone*) sebagai sistem pengiriman barang [10]. Amazon mengawali kompetisi industry dengan memperkenalkan layanan “Amazon Prime Air”, mengantarkan produk langsung ke tempat tinggal pembeli dalam waktu 30 menit dengan menggunakan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) [11]. Alibaba yang merupakan salah satu perusahaan *online retailer* terkenal, pada tahun 2015 melakukan uji coba pengantaran produk teh dengan menggunakan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dalam pemesanan *online* di China [12], saat ini sudah beroperasi sebagai pengantaran. Kemudian, tahun 2016 Domino’s Pizza mengumumkan untuk menerapkan pengiriman pizza menggunakan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) ke rumah pembeli di Selandia Baru [13]. Beberapa contoh tersebut telah membuktikan bahwa pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) sudah dilirik untuk digunakan sebagai moda pengantaran barang, serta pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) cocok untuk pengantaran di daerah perkotaan [14], seperti terlihat pada Tabel 1. Terdapat 4 (empat) pembagian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) berdasarkan tipe *build* dengan segala kelebihan dan kekurangan masing-masing dan penggunaannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu *fixed wing*, *tilt wing*, *unmanned helicopter* dan *multicopter* [15].

Tabel 1. Beberapa contoh gambaran penggunaan *small drone* sebagai pengiriman barang saat ini di seluruh dunia (Erceg dkk, 2017)

Perusahaan	Aplikasi
DHL	DHL <i>Parcel</i> berhasil menguji <i>Parcelcopter</i> generasi ketiganya untuk pengiriman paket di Bavaria (Jerman) dan pengiriman darurat pasokan medis ke pulau Juist di Laut Utara.
Amazon	Menguji layanan pengiriman Prime Air dengan <i>drone</i> . Paket yang memiliki berat maksimum 2,36 kg dan harus dikirimkan hingga 30 menit setelah pemesanan. Opsi pengiriman ini akan mengambil alih hingga 80% dari semua pengiriman yang dilakukan Amazon dan berhasil melakukan uji coba pengiriman <i>drone</i> dalam waktu 13 menit di Cambridge, Inggris.
Google	Menguji pengiriman <i>drone</i> di Virginia, AS. Proyek tersebut saat ini ditunda, karena masalah regulasi dan teknis.
7-eleven	Pengiriman makanan cepat saji dan <i>drone</i> yang diuji di Nevada, AS.
J.D.com	Online Cina mengirimkan produk yang dibeli ke pelanggan mereka hingga sekarang.
Domino’s Pizza	Di Selandia Baru, mereka telah memulai pengiriman pizza pesanan dengan <i>drone</i> .
National Postal Companies	Pos menguji pengiriman menggunakan <i>drone</i> selama tahun 2015; Menyelesaikan pengiriman paket pasca uji coba di lingkungan perkotaan yang berpenghuni dari Helsinki ke pulau Suomenlinna; Pos Kroasia di Mostar telah menguji <i>drone</i> untuk pengiriman pada musim gugur 2016; Pos Prancis mengirimkan paket dengan <i>drone</i> reguler di Provence, <i>drone</i> mengirimkan paket seminggu sekali; Australia mulai menguji pengiriman paket di dalam kota.
Maersk	Menguji penggunaan <i>drone</i> untuk pengiriman suku cadang, yang dapat menghemat logistik. Perusahaan menggunakan <i>drone</i> untuk mengirimkan sekotak kue ke kapal tanker dari kota tepi laut terdekat.
Mercedez Benz	Menghadirkan sistem logistik lengkap untuk pengiriman produk, yang terdiri dari van dengan bagian gudang otomatis dan <i>drone</i> yang akan mengantarkan paket. Tujuannya adalah agar semua bagian dari rantai pasokan terhubung secara digital (dari pemasok ke penerima pengiriman).

Pada saat ini, pengoperasian pesawat udara tanpa awak (*drone*) yang terpisah dengan pengoperasian pesawat sipil (*segregated*) dinilai aman untuk keselamatan penerbangan. Zona *uncontrolled airspace* dengan ketinggian terbang maksimum 120 m AGL di tetapkan sebagai ketinggian terbang pesawat udara kecil tanpa

awak (*small drone*) [16], hal ini menunjukkan bahwa pengoperasian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) *segregated* dengan pesawat sipil sehingga sudah dapat dimanfaatkan untuk pengiriman barang. Sehubungan dengan permasalahan tersebut, untuk kelancaran dan keteraturan pengoperasian pesawat udara tanpa awak (*drone*) khususnya pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) perlu diidentifikasi pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dan jalur terbang untuk memberikan gambaran bagi jasa pengiriman barang yang akan memanfaatkan teknologi *drone* dalam menyiapkan pesawat udara tanpa awak (*drone*) dan jalur terbang yang tepat untuk digunakan dengan metode deskriptif kualitatif [17]. Penelitian terkait pesawat udara tanpa awak (*drone*) telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya, namun penelitian tentang kemajuan teknologi pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dan identifikasi operasional jalur terbang pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang belum ada. Penelitian ini dianggap perlu dilakukan sebab apabila kegiatan pengiriman barang sudah beroperasi kemungkinan akan beroperasi setiap hari, jika tidak dilakukan identifikasi operasional jalur terbang yang tepat digunakan lalu ada pengembangan wilayah maka hal ini akan mengganggu operasional baik di darat maupun di udara. Pada penelitian ini tidak mempertimbangkan biaya, namun jika dilihat dari kebiasaan masyarakat di Indonesia selalu mengikuti dan ingin mencoba hal-hal baru, apalagi jika hal tersebut sudah ada atau biasa digunakan di negara lain.

2. METODE PENELITIAN

Dalam mengidentifikasi pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) yang tepat digunakan untuk pengiriman barang dan jalur terbang yang berkeselamatan, mula-mula data dan literatur yang sudah ada dikumpulkan, lalu dijelaskan dan kemudian dilakukan analisis. *Purposive sampling* digunakan untuk menentukan *sampling* dalam penelitian ini, dimana sumber data dalam penelitian ini merupakan informan yang dianggap paling mengetahui tentang objek/situasi sosial yang diteliti [18].

2.1 Pengumpulan data

Observasi tidak berstruktur digunakan, sebab tidak mempersiapkan observasi secara sistematis dan tetap berpedoman dengan tujuan penelitian [19]. Sumber data sekunder dalam penelitian ini berupa laporan kegiatan uji coba pesawat udara tanpa awak (*drone*) untuk pengiriman barang yang pernah dilakukan di Indonesia dan data primer berupa wawancara terstruktur dengan 10 (sepuluh) orang informan yang terdiri dari:

- a. Direktorat Navigasi Penerbangan, 1 (satu) orang.
- b. Direktorat Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara, 2 (dua) orang
- c. Perum LPPNPI (Airnav), 1 (satu) orang.
- d. Distributor *Drone*, 1 (satu) orang.
- e. Jasa Pengiriman Barang (PT. JNE), 2 (dua) orang.
- f. Manajemen Perumahan Summarecon Serpong, 1 (satu) orang.
- g. Masyarakat, 2 (dua) orang yang diwakili oleh pemilik toko aksesoris mobil dan salah satu apoteker di Perumahan Summarecon Serpong.

2.2 Analisis data

Analisis data dengan Miles and Huberman, melakukan aktifitas dalam analisis data secara interaktif dan berlangsung secara terus menerus sampai tuntas sehingga data tersebut sudah jenuh [20] dengan cara:

- a. Reduksi data, mengambil data yang dapat memberikan informasi sesuai dengan tujuan penelitian sehingga data yang telah diseleksi dapat membantu proses identifikasi.
- b. Penyajian data, hasil data yang telah di seleksi selanjutnya digambarkan dalam bentuk narasi beserta tabel yang menunjukkan deskripsi identifikasi.
- c. Kesimpulan, setelah data terkumpul, disajikan dan kemudian di analisis maka akan ditarik suatu kesimpulan.

2.3 Pemeriksaan keabsahan data

Uji keabsahan meliputi uji *credibility* (validitas internal), *transferability* (validitas eksternal), *dependability* (reliabilitas) dan *confirmability* (obyektivitas) [21].

- a. Validitas internal, dengan cara pengajuan perpanjangan pengamatan, meningkatkan ketekunan, triangulasi, analisis kasus negatif, menggunakan bahan referensi dan *member check*.
- b. Validitas eksternal, dengan menuliskan laporan secara jelas dan terperinci sehingga mendapatkan gambaran sejelas mungkin mengenai penelitian ini.
- c. Reliabilitas, dengan meminta pembimbing untuk mengaudit keseluruhan kegiatan dalam proses penelitian.

- d. Obyektifitas, proses ini dilakukan bersamaan dengan proses reliabilitas oleh pembimbing sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan.

3. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan hasil wawancara dengan informan secara teknis, seluruh informan dari instansi terkait dengan pesawat udara tanpa awak (*drone*) sepakat untuk mendefinisikan pesawat udara tanpa awak (*drone*) sesuai dengan yang tertuang dalam peraturan yang ada di Indonesia. Merujuk PM 37 Tahun 2020, *drone* adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh penerbang (*pilot*) atau mampu mengendalikan dirinya sendiri dengan menggunakan hukum aerodinamika. Klasifikasi pesawat udara tanpa awak (*drone*) dibagi berdasarkan berat pesawat udara tanpa awak (*drone*), yaitu dengan berat 250 gr sampai dengan 25 kg diklasifikasikan sebagai pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone/UAS*) dan yang memiliki berat lebih dari 25 kg diklasifikasikan sebagai *remote pilot aircraft system* (RPAS).

Pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) cocok digunakan untuk mengirim barang pada kawasan kota sibuk dengan banyaknya populasi dan kebutuhan, karena dapat dimanfaatkan untuk mengangkut barang-barang *e-commerce* (berukuran kecil), obat-obatan dan barang lainnya yang mendesak sehingga membutuhkan waktu yang cepat dalam proses pengiriman. Selain itu, untuk saat ini pengoperasian pesawat udara tanpa awak (*drone*) secara *segregated* dinilai lebih aman dan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) beroperasi secara *segregated* serta diperbolehkan terbang dengan batas atas 400 *feet* (120 m).

3.1 Perkembangan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang

Studi literatur yang dilakukan, mendapatkan hasil bahwa pengiriman barang menggunakan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) diprakarsai oleh Amazon, ada banyak diskusi tentang legalisasi dan penggunaan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) kargo di Amerika Serikat beberapa tahun lalu. Armada pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) pengiriman ini dikenal sebagai *Amazon Prime Air Fleet*. Armada unik ini untuk pengiriman paket ini memakai *autonomous system* [23], yang berarti pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) pengiriman akan bergerak otomatis ke tujuan serta kembali melalui rute yang dipilih. Faktanya, pemakaian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dalam layanan pengiriman komersial sudah ada sejak lama serta dimulai pada tahun 2013. Tahun ini, untuk pertama kalinya, Amazon mengumumkan niat ambisiusnya untuk menggunakan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) sebagai fasilitas pengiriman yang luas. Pada tahun yang serupa, perusahaan pengiriman barang Jerman (DHL), juga menguji pengiriman obat memakai pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*). Dipercaya pemakaian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) ini sangat efektif, khususnya pada situasi darurat. Sejak itu, beragam perusahaan penjualan serta pengiriman *e-commerce* telah berjuang untuk mengembangkan dan menguji pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk kemanjuran serta keamanannya.



Gambar 1. *Amazon prime air fleet* (Ackerman, 2016)

Amazon sudah berhasil menciptakan sampai sembilan *prototype drone* yang akan diperiksa kelayakannya oleh FAA sekitar Juli 2014. Mereka mengklaim pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) ini bisa membawa sampai 2,5 kg berkecepatan 50 km/jam. Di tahun tahun yang sama, perusahaan pengiriman *FedEx* serta layanan pos Prancis *La Poste* menjalankan eksperimen dengan sistem pengiriman berbasis pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*). *Google*, mesin pencari terbesar di dunia, sudah menjalankan eksperimen di Australia yang melibatkan pengiriman barang dengan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) yang bernama "*Project Wing*". Barang *e-commerce* seringkali ringan dan kecil, *Google* selanjutnya akan membidik pasar pengiriman barang berukuran besar.

Perusahaan pelayaran Inggris juga sukses menggunakan teknologi UAV untuk pengiriman produk pada tahun 2015. Saat ini ini negara-negara dari Asia, khususnya Tiongkok serta Korea Selatan, sudah mulai

menguji serta bereksperimen dengan pengiriman *drone*, bergabung dengan Amerika Serikat dan negara-negara Eropa dalam menjalankan uji coba. Perusahaan pertama yang menjalankan uji coba di China adalah *e-commerce* China *Ali Baba* [24], berkolaborasi perusahaan pengiriman *YTO Shanghai Express*, diikuti oleh *Shenzen SF Express*, yang menggunakan *drone Xaircraft* membawa paket. Hal ini selanjutnya diikuti oleh *Korsel* dengan *CJ Express* bekerjasama dengan salah satu kementerian *Korsel* yang berfokus menangani bencana alam. Kemungkinan besar, pemakaian *drone* di *Korea Selatan* hanya sebatas pengiriman serta logistik kemanusiaan.



Gambar 2. *Drone* ali baba (Engineer, 2020)

Sebagai salah satu negara Asia yang merajai teknologi tinggi, Jepang menyempurnakan pemakaian *drone* bagi layanan pengiriman, menyusul China dan *Korea Selatan*. Pada April 2016, pemerintah Jepang berkolaborasi dengan organisasi penelitian dan perusahaan terkenal *Rakuten* untuk menguji *delivery drone* di daerah perkotaan Kota *Chiba*. Secara bersamaan, pengujian dilaksanakan di *Tokushima*, yang dilengkapi distribusi pedesaan. Selain itu, *Rakuten* terus memperbaiki serta mengembangkan kinerja *delivery drone* bagi situasi yang lebih sulit enam bulan setelah pengujian awal [25]. Performa pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) yang ditingkatkan mencakup ketahanan terhadap air, penerbangan jarak jauh yang *fully-autonomous*, dan pemasangan parasut keselamatan untuk situasi penerbangan tertentu yang keras. Disamping itu, *Rakuten* berkolaborasi dengan *NTT DoCoMo* dalam mengembangkan aplikasi pemesanan serta mengintegrasikan pemakaian ponsel berjaringan *LTE* ke dalam sistem pengirimannya. Dengan tingkat keamanan yang tinggi, *drone* ini dirancang sebagai pengiriman barang dalam jarak sedang serta dalam situasi yang cukup keras. Pada tahun 2016, selain Jepang, badan pengatur penerbangan Amerika Serikat, *FAA*, menyetujui penggunaan *delivery drone* [26] perkotaan oleh perusahaan pengiriman *Flirty*. *Amazon*, salah satu perusahaan yang memelopori pengiriman *drone*, baru-baru ini berhasil melakukan uji coba pengiriman di *Cambridge*, Inggris, menggunakan *Pime Air*-nya.



Gambar 3. *Rakuten* tenku *drone* (Yamada dkk, 2019)

Apalagi, di tahun 2017, perusahaan *e-commerce* ternama dari Tiongkok, *JD.com*, memperkenalkan perkembangan baru di ranah pengiriman produk dengan *drone*. Sebelumnya, pengiriman *drone* terbatas pada objek dengan berat kurang dari 10 kg. Namun, *JD.com* telah mengembangkan *drone* dengan daya dukung 5 kg sampai 30 kg dan kecepatan tertinggi 62 mph. Dari segi lokasi pengiriman, *drone* ini tidak mengangkut langsung ke rumah pelanggan. Sebagai gantinya, barang-barang tersebut diturunkan di area yang ditentukan, seperti kantor pos, dan selanjutnya disebar manual. Di samping China yang kembali berinovasi, salah satu *e-commerce* kelas berat Islandia, *AHA*, bekerja sama dengan *Flytrex*, berhasil melaksanakan uji coba

pengiriman *drone* tahun ini. Boeing, produsen pesawat ternama, juga tertarik memperlebar teknologi *delivery drone* elektrik yang mampu mengangkut kargo sampai 227 kg. Otorisasi FAA memberikan izin [27] kepada Amazon untuk mengoperasikan *delivery drone* di daerah perkotaan adalah perkembangan terbaru dalam pengembangan *delivery drone* pada tahun 2020.

3.2 Identifikasi pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang

Pengoperasian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang dianggap lebih aman jika dioperasikan secara BVLOS, dimana pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) akan dikendalikan dari jarak jauh oleh *remote pilot* karena kegiatan pengiriman barang berlangsung secara terus menerus setiap harinya dan pengoperasian BVLOS dianggap dapat mengurangi *human factor* yang salah satunya adalah kelelahan. Pengoperasian BVLOS dapat menggunakan koordinat dengan cara pilot menginputkan rute yang akan dilalui ke dalam sistem pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*), selama signal GPS atau satelit terpenuhi akan lebih aman jika menggunakan koordinat karena hasilnya akan lebih presisi dan dari segi bisnis dapat dikatakan efisien sebab 1 (satu) *remote pilot* dapat mengendalikan lebih dari 1 (satu) pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*).

Pengoperasian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang secara BVLOS serta terbang siang dan malam dapat dilakukan dengan persyaratan Badan Usaha yang memiliki izin usaha, sebelum mengoperasikan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang wajib mendaftarkan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dan *remote pilot* serta melalui evaluasi dengan metode SORA (*Specific Operation Risk Assessment*) [22].

Tipe pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) yang cocok digunakan untuk pengiriman barang adalah *rotary (multicopter)* dengan *multi-rotor*, karena tipe ini lebih mudah untuk dikendalikan dan tidak menggunakan banyak lahan untuk proses lepas landas dan mendarat sebab menggunakan sistem VTOL. Kondisi cuaca CAVOK merupakan kondisi aman untuk *small drone* beroperasi, karena cuaca baik dengan *ceiling* minimal 2.000 *feet*, *visibility clear* dan *wind calm*. Dalam mengoperasikan *small drone*, hal yang perlu diperhatikan bukan hanya *obstacle* tetapi juga *hazard*. Salah satu yang termasuk *hazard* untuk pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) adalah gelombang elektromagnetik, pengalaman informan yang juga mendiskusikan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk membantu inspeksi jaringan listrik, dengan memberikan jarak 5 m dari sutet tidak mengganggu sistem pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*).

Spesifikasi teknis dari pabrikan saat ini sudah sangat mumpuni untuk melakukan pengiriman barang, dalam artian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) sudah memiliki *tracking system* dengan signal GPS minimal 8 GPS *transceiver*, fitur *detect and avoid* sehingga pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dapat mendeteksi bahaya serta menghindari dari bahaya tersebut dan apabila terbang secara BVLOS dapat menggunakan alat bantu *observer* berupa kamera lidar atau tambahan layar untuk kontrol serta *water resistant*.

Pada Tabel 2, disandingkan spesifikasi pesawat udara tanpa awak (*drone*) untuk pengiriman barang yang sudah pernah diuji coba pada tahun 2019 di Indonesia dengan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) berdasarkan penelusuran penelitian. Hal ini dapat menunjukkan bahwa teknologi terus berkembang dan memudahkan dalam melakukan identifikasi serta dijabarkan pula keuntungan dan kekurangan masing-masing *drone* tersebut pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil penelusuran *small drone* untuk pengiriman barang

No	Spesifikasi	<i>Drone</i> Uji Coba Tahun 2019	Hasil Penelusuran Tahun 2022
1	Berat <i>Drone</i>	33 kg	25 kg
2	Bentang Sayap	1,2 m (motor – motor)	1,9 m (motor-motor)
3	Ukuran Baling-baling	28 inchi	34 inchi
4	Daya Baterai	22.000 mAh x 4	16.000 mAh x 4
5	Berat Muatan	5 kg – 10 kg	35 kg
6	Maks. Kecepatan Terbang	15 m/s	10 m/s
7	Maks. Kecepatan Terbang Vertikal	0,5 m/s	5 m/s
8	Ketinggian Terbang Operasional	0 - 100 m	0 - 500 m
9	Durasi	35 menit	45 menit

Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan *drone* yang pernah di uji coba di Indonesia Tahun 2019 dengan *small drone* hasil penelusuran Tahun 2022 (Peneliti, 2022)

No	<i>Drone</i>	Kelebihan	Kekurangan
1	<i>Drone</i> yang pernah diuji coba di Indonesia Tahun 2019	Maksimum kecepatan terbang 15 m/s, dalam waktu 12 menit <i>drone</i> mampu menempuh jarak 10 km.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dengan berat <i>drone</i> yang lebih besar, <i>drone</i> hanya mampu mengangkat maksimum 10 kg. 2. Daya baterai yang lebih besar dengan ketahanan waktu pemakaian yang lebih sedikit. 3. Kemampuan ketinggian terbang maksimum 100 m.
2	<i>Small Drone</i> Hasil Penelusuran Tahun 2022	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dengan berat yang lebih ringan, <i>drone</i> mampu mengangkat maksimum 35 kg. 2. Daya baterai lebih kecil dengan ketahanan waktu pemakaian lebih lama. 3. Kemampuan ketinggian terbang maksimum 500 m, sehingga dapat memaksimalkan penggunaan ruang udara untuk <i>small drone</i> yaitu 120 m 	Maksimum kecepatan terbang 10 m/s, sehingga membutuhkan waktu 16 menit untuk menempuh jarak 10 km.

Menurut informan, pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang dapat diproduksi secara massal merupakan keniscayaan karena hal ini bersifat bisnis dan harga jualnya pun ada kemungkinan akan turun. Apabila pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) sudah diproduksi secara massal dan digunakan untuk pengiriman barang, fungsi pengawasan dan pengendalian dari pemerintahan harus ditingkatkan serta Badan Usaha yang akan menggunakan *small drone* sebagai layanan jasa pengiriman harus sudah memiliki ijin usaha dan melewati tahap-tahap evaluasi atau perijinan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

3.3 Identifikasi operasional jalur terbang pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang

Pada PM 63 Tahun 2021 terdapat batasan pengoperasian pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*), yaitu tidak boleh beroperasi di atas kerumunan orang dan tidak boleh di atas kendaraan bergerak serta dalam PM 37 Tahun 2021 dari sisi navigasi udara yang sudah diatur adalah ketinggian terbang operasionalnya. Berdasarkan hasil wawancara dengan informan, agar efisiensi dari segi waktu untuk beroperasinya pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) lebih baik jika dibuat jalur terbang yang dapat membentuk rute secara garis lurus memotong vertikal maupun horizontal dengan tidak mengikuti kontur jalan yang ada di darat. Jika dilihat dari sisi keselamatan manusia, pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dan barang yang diangkut, maka membuat jalur terbang untuk beroperasinya pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dengan mengikuti jalan yang ada di darat ini lebih tepat. Jalur terbang dibuat mengikuti median jalan ataupun sisi jalan dengan pertimbangan apabila pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) mengalami masalah dengan sistem dan tidak *return to home* tetapi turun kebawah, pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) tidak mengganggu pergerakan kendaraan di jalan raya serta memudahkan *remote pilot* untuk menemukan pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) tersebut. Sehingga pengaturan terkait penggunaan ruang udara pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) untuk pengiriman barang juga perlu dibuat untuk menghindari tabrakan.

4 KESIMPULAN

Teknologi pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) terus berkembang, apalagi *delivery drone* di daerah perkotaan yang merupakan perkembangan terbaru dalam pengembangan *delivery drone* pada tahun 2020 karena tidak hanya terbatas pada memenuhi permintaan pelanggan dan memperpendek waktu pengiriman tetapi juga meminimalkan penggunaan kendaraan bermotor untuk jaringan transportasi yang fleksibel. Pesawat

udara kecil tanpa awak (*small drone*) dengan tipe *multi-rotor* yang memiliki sistem terbang VTOL cocok digunakan untuk pengiriman barang di kawasan kota sibuk dengan banyaknya populasi dan kebutuhan, sebab tipe pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) ini memiliki banyak bilah pembelah (baling-baling) sehingga mampu mengangkut dan menyeimbangkan terbang serta sistem terbangnya dapat memaksimalkan lahan dan ruang udara yang terbatas. Jalur terbang yang dibuat mengikuti median jalan ataupun sisi jalan aman digunakan untuk operasional *small drone*, dilihat dari sisi keselamatan untuk manusia, pesawat udara kecil tanpa awak (*small drone*) dan barang yang diangkut.

UCAPAN TERIMA KASIH OPSIONAL

Penyelesaian penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh Informan penelitian (Direktorat Navigasi Penerbangan, Direktorat Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara, Perum LPPNPI, PT. Berkat Damai Sejahtera Indonesia, PT. JNE, Perumahan Summarecon Serpong dan masyarakat yang terlibat) atas bantuannya dalam pelaksanaan pengumpulan data baik data sekunder maupun data yang didapatkan di lapangan. Penulis juga berterima kasih kepada dosen Universitas Gadjah Mada atas saran serta masukan yang sangat konstruktif bagi penelitian ini, serta kepada Kementerian Perhubungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amiruddin, Brillian P. dan Romdhony, Denisse R., "A Study on Application of Automation Technology in Logistics and its Effect On E-commerce", a preprint, 2020.
- [2] N. A. Khofiyah, W. Sutopo dan M. Hisjam, "Identification of Critical Success Factor for Sustainable Supply Chain Management Drone Logistics in Indonesia with ISM (Interpretive Structural Modeling) Approach," Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Singapore, March 7-11, 2021.
- [3] Bahar, Emirul, "Kajian Umum Tentang Pesawat Nir-Awak", Visual Post : Staffsite Universitas Gunadarma, 2018.
- [4] Basukesti, Agus dan Adiputra, Bangga D., "Pengembangan Sistem Downlink Data Adaptif Untuk Peningkatan Daya Jelajah Pesawat Tanpa Awak", Jurnal Angkasa, vol. IX, no. 2, Nov. 2017.
- [5] B. Mardwianta, A. H. Subarjo, N. Ahmadi dan D. S. Budi, "Pitch Propeller Quadcopter Tipe X Terhadap Thrust dan Voltage Motor Untuk Mendukung Ketahanan Wilayah," Jurnal Angkasa, vol. 14, no. 1, Mei. 2022.
- [6] Tambunan, Efendy, "Studi Pemanfaatan Drone Sebagai Alternatif Moda Transportasi Logistik di Indonesia", Intermoda Transportation System : Planning & Implementation, pp. 26-30, Nov. 2018.
- [7] Sianipar, Bernhard H., "Kebijakan Penggunaan dan Pengoperasian Sistem Pesawat Udara Tanpa Awak", Kajian Kebijakan dan Hukum Kedirgantaraan, pp. 185-203, 2015.
- [8] A. Erceg, B. C. Erceg dan A. Vasilj, "Unmanned Aircraft Systems In Logistics-Legal Regulation And Worldwide Examples Toward Use In Croatia," 17th International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management, pp. 43-62, Oct. 2017.
- [9] A. P. Lokhande, A. N. Shaikh dan O. S. Patil, "Drone in Production, Supply Chain and Logistics," International Research Journal of Engineering and Technology, vol. 5, no. 2, Feb. 2018.
- [10] G. R. Pratama, E. F. Alfaridzi, A. A. Awaluddin, S. T. W. Mara dan A. P. Rifai, "Studi Komparasi Penggunaan Drone Untuk Logistik Last-mile," Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2020, Yogyakarta, 2020. pp. 16-21.
- [11] Satrio, Dino. (2020, Sept 16) *Drone dan Harapan Teknologi Pengiriman di Masa Depan* [online]. Available : <https://medium.com/rekon/drone-dan-harapan-teknologi-pengiriman-di-masa-depan-d3a01769850>.
- [12] Kelion, L. (2015, Feb 4) *Alibaba begins drone delivery trials in China* [online]. Available : <https://www.bbc.com/news/technology-31129804>.
- [13] Trujillo, E. (2016, Aug 25) *La livraison de pizzas par drone bientôt testée en France* [online]. Available : <https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2016/08/25/32001-20160825ARTFIG00190-la-livraison-de-pizzas-par-drone-bientot-testee-en-france.php>.
- [14] Roca-Riu, Mireia dan Menendez, Monica, "Logistic Deliveries With Drones. State of The Art of Practice And Research", 19th Swiss Transport Research Conference, Ascona, May. 2019. pp. 1-14.
- [15] A. Erceg, B. C. Erceg dan A. Vasilj, "Unmanned Aircraft Systems In Logistics-Legal Regulation And Worldwide Examples Toward Use In Croatia," 17th International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management, pp. 43-62, Oct. 2017.
- [16] Kementerian Perhubungan, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 37 Tahun 2020 Tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara Yang Dilayani Indonesia", Jakarta : Kementerian Perhubungan, 2020.
- [17] Nazir, M., "Metode Penelitian", Jakarta : Ghalia Indonesia, 1988.
- [18] Sugiyono, "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D", Bandung : Alfabeta, 2018.

- [19] Sugiyono, “Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D”, Bandung : Alfabeta, 2020.
- [20] Miles, M. B dan Huberman, A. M, “Analisis Data Kualitatif”, Terjemahan oleh Tjetjep Rohendi Rohidi, Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia, 1992
- [21] Sugiyono, “Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D”, Bandung : Alfabeta, 2017.
- [22] Kementerian Perhubungan, “Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 63 Tahun 2021 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 107 Tentang Sistem Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak”, Jakarta : Kementerian Perhubungan, 2021.
- [23] Ackerman, Evan. (2016, Jul 26) *Amazon to Test Delivery Drone Autonomy in the U.K.* [online]. Available : <https://spectrum.ieee.org/amazon-to-test-delivery-drone-autonomy-in-the-uk>.
- [24] Engineer. (2015, Feb 10) *Alibaba Tests Parcel Delivery By Drones* [online]. Available : <https://wonderfulengineering.com/alibaba-tests-parcel-delivery-by-drones/>.
- [25] R. Yamada, F. Yaku dan A. Anishi. (2019, Jan 26) *Rakuten Package Delivery Drones to Take Flight Soon* [online]. Available : <https://asia.nikkei.com/Business/Companies/Rakuten-s-package-delivery-drones-to-take-flight-soon>.
- [26] D. Sacramento, D. Pisinger dan S. Ropke, “An Adaptive Large Neighborhood Search Metaheuristic for The Vehicle Routing Problem With Drones,” *Transportation Research Part C*, pp. 289-315, 2019.
- [27] Bushong, Nicole J., “Integrating Governance, Risk and Compliance for Commercial Drone Operations,” M.S. thesis, Department of Information System Security, University of Houston, 2019.

