

## Studi Prospektif Penggunaan *Drone* Kargo di Daerah Terdepan, Terpencil dan Tertinggal (3T) dan Terdampak Bencana

### *Prospective Study on The Implementation of Cargo Drone in Rural and Disaster-Affected Areas*

Yazdi Ibrahim Jenie<sup>1)</sup>\*, Chandra Liuswanto<sup>1)</sup>, Mahesa Akbar<sup>2)</sup> dan Novyanto Widadi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

<sup>2)</sup>Pusat Teknologi Pertahanan dan Keamanan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

<sup>3)</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Transportasi Udara, Kementerian Perhubungan RI

Email: [yazdijenie@itb.ac.id](mailto:yazdijenie@itb.ac.id)\*

#### INFO ARTIKEL

##### Histori Artikel:

Diterima: 30 November 2022

Direvisi: 9 Desember 2022

Disetujui: 16 Desember 2022

Dipublikasi Online: Desember 2022

##### Keywords:

*Drone, Cargo, Rural Area, Disaster-impacted Area, Prospective Study*

##### Kata kunci:

*Drone, Kargo, Daerah 3T, Daerah Terdampak Bencana, Studi Prospektif*

##### Permalink/DOI:

<https://dx.doi.org/10.25104/wa.v48i2.485>

©2022 Puslitbang Transportasi Udara, Badanlitbang Perhubungan-Kementerian Perhubungan RI. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

#### ABSTRACT / ABSTRAK

*Currently, one potential of drone implementation that is in the spotlight, is for logistic vehicle (kargo delivery), as it is already been predicted by the PwC report in 2018, where crago drone is on th ethird rank for drone applications, based on its market value. In this work, a prospective study on the implementation of cargo drone in Indonesia, is elaborated, particularly for operation in rural areas and disaster-impacted areas. Several parametric simulations are conducted to analyze and identified implementation crucial factors, within six parameters, i.e. logistical needs, drone types, route types, (iv) infrastructures, regulations, and realization timeline. The results demonstrate eight prospects of drone cargo implementation, as well as emphasizing several key factors that will affect those implementations. For inter-island operations, up to the near-future timeline, drone cargo implementation is possible, especially for medical distribution such as vaccines. On the other hand, drone cargo operation in mountain areas is found to be difficult to realized, hampered by the performance limitation at high altitudes. Lastly, in the disaster-impacted areas, cargo drone has many prospects for implementation, and has already many examples. In the far future, this study discovers that cargo delivery with drones can cover a much larger area. By carefully selecting strategic airports, nationally integrated drone routes can be designed with less than 10 hubs, within 5 years.*

Saat ini, salah satu potensi yang menjadi fokus saat ini adalah pemanfaatan *drone* sebagai wahana logistik (pengiriman barang), sesuai dengan prediksi dari laporan PwC [1] di tahun 2018, yang menempatkan *drone* transportasi di peringkat 3 pemanfaatn *drone* berdasarkan nilai pasarnya. Pada artikel ini, sebuah studi prospektif terhadap implementasi *drone* kargo di Indonesia dijabarkan, utamanya di daerah Terpencil, Terluar, dan Tertinggal (3T) dan daerah terdampak bencana. Beberapa simulasi parametrik dilakukan untuk menganalisis faktor-faktor krusial implementasi pada enam parameter, yakni kebutuhan logistik, tipe *drone*, trayek, infrastruktur, regulasi, dan lini masa realisasi. Hasil dari simulasi parametrik ini menunjukkan delapan prospek implementasi *drone* kargo. Untuk operasi antar pulau, dalam jangka waktu dekat, pengiriman bahan medis seperti distribusi vaksin dinilai akan sangat menguntungkan. Sebaliknya, untuk operasi di area pegunungan, *drone* kargo masih akan terhambat masalah performanya di ketinggian. Terakhir, pada kasus daerah terdampak bencana, *drone* kargo dinilai sudah sangat mungkin diimplementasikan dengan banyaknya contoh riil. Di masa mendatang, studi ini menemukan bahwa operasi *drone* kargo dapat mencakup area yang lebih luas. Dengan memilih beberapa bandara strategis, trayek *drone* yang terintegrasi secara nasional dapat dirancang hanya dengan kurang dari 10 hub utama, setidaknya dalam lima tahun ke depan.

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan *drone* (atau Pesawat Udara Nir Awak / *Unmanned Aerial Vehicle* – UAV) di seluruh dunia, seiring dengan pemutakhiran teknologinya, semakin meluas di berbagai bidang, baik di ranah militer maupun sipil. Saat ini, salah satu potensi yang menjadi fokus saat ini adalah pemanfaatan *drone* sebagai wahana logistik (pengiriman barang). Hal ini sesuai dengan prediksi dari laporan PwC di tahun 2018, yang menempatkan *drone* transportasi di peringkat 3 berdasarkan nilai pasarnya, yang mencapai 13 Milyar USD (Mazur et al., 2016).

*Drone* sebagai wahana pengangkutan logistik (selanjutnya disebut sebagai *drone* kargo), juga berpotensi mengurangi biaya logistik hingga 30% dengan memotong mata rantai logistik, mengurangi waktu pengiriman, menghilangkan kebutuhan akan infrastruktur besar, mengurangi jumlah sumber data manusia (SDM) yang terlibat, serta mengurangi kemungkinan layanan yang buruk.

Untuk Indonesia yang merupakan suatu negara kepulauan dengan lebih dari 17.000 pulau, *drone* kargo memiliki potensi tambahan, yakni untuk membantu distribusi logistik untuk wilayah-wilayah terpencil, terluar, dan tertinggal (3T), di seluruh pelosok Indonesia. Berdasarkan Peraturan Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 63 Tahun 2020 mengenai Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2020-2024, dapat ditinjau bahwa dengan kondisi geografis area-area tertinggal dapat bervariasi dari kepulauan hingga pegunungan.

Melalui analisis SWOT yang dilakukan pemerintah pada Rancangan Rencana Strategis Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Tahun 2020-2024, salah satu isu strategis utama dalam pembangunan daerah 3T adalah kurang optimalnya konektivitas intra dan antar perdesaan dengan pusat pertumbuhan. Selain rantai pasok untuk kebutuhan sehari-hari, aksesibilitas juga sangat penting untuk kebutuhan medis. Pada salah satu artikel ilmiah disebutkan bahwa salah satu isu utama dalam menyediakan pelayanan kesehatan di area terpencil (*remote*) adalah memfasilitasi akses kepada pihak penyedia/penerima perawatan (McCullough et al., 2021). Hal tersebut diantaranya meningkatkan kebutuhan untuk aspek-aspek bersifat non-klinis. Sebagai contoh, perawat tidak bisa mengandalkan sistem logistik mendasar, seperti halnya melakukan pemesanan barang dan berkendara dengan cara pada umumnya (McCullough et al., 2021).

Saat ini distribusi logistik ke wilayah 3T di Indonesia masih sering mengalami kendala, terutama di daerah kepulauan-kepulauan kecil yang tergantung pada jalur laut. Jalur udara sendiri terhambat dengan tidak adanya infrastruktur di wilayah tersebut sehingga tidak memungkinkan pesawat komersil mendarat.

*Drone* dapat melewati jalur udara dengan infrastruktur yang minimal dan berpotensi sangat besar untuk mengatasi masalah distribusi tersebut. Hal yang sama juga dapat diterapkan untuk wilayah rawan bencana, dimana seringkali akses akan terputus apabila bencana terjadi.

Hingga saat ini, secara khusus di Indonesia, belum ada penelitian yang mendiskusikan implementasi *drone* untuk kebutuhan logistik di berbagai kondisi geografis. Oleh karena itu, dalam studi ini, untuk pertama kalinya, dilakukan simulasi parametrik terkait operasi logistik menggunakan *drone* pada kondisi area kepulauan, pegunungan dan terdampak bencana di Indonesia. Beberapa hasil terkait simulasi yang telah dilakukan, didiskusikan pada artikel ini. Studi prospektif yang dilakukan pada riset ini juga diharapkan dapat menjadi contoh studi-studi lain mengenai pemanfaatan *drone* yang lebih luas, di Indonesia.

## TINJAUAN PUSTAKA

Pada dasarnya, teknologi kunci dari *drone* saat ini dan di masa mendatang dapat diklasifikasikan untuk kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut: transportasi, konstruksi, logistik, inspeksi dan pengawasan, serta pertanian (Nouacer et al., 2020). Pada dasarnya aktivitas manusia untuk kebutuhan logistik diantaranya kebutuhan untuk mengirimkan sesuatu (komponen barang, perangkat keras, makanan, minuman, dan lain-lain) secara cepat dan aman, serta kebutuhan darurat seperti kondisi medis (membutuhkan uji sampel dari laboratorium yang jaraknya jauh). Kebutuhan-kebutuhan ini sejalan dengan Peraturan Menteri Perdagangan No. 53 Tahun 2020, dimana makanan dan minuman serta layanan kesehatan/ darurat adalah kewajiban pelayanan publik untuk angkutan barang dari dan ke daerah 3T. Untuk kasus-kasus tersebut, dibutuhkan logistik yang terotomasi, dimana *drone* merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan (Permendag, 2020).

Pada abad ke-21, *drone* berkembang dari aplikasi pengawasan/penginderaan menuju aplikasi transportasi dan logistik, yang kemudian diinterpretasikan sebagai peluang ekonomi yang luas (Kellermann et al., 2020). Perusahaan-

perusahaan internasional (seperti DHL, FedEx, Google, Matternet, UPS, Alibaba, Amazon) sudah mulai mengembangkan dan menggunakan *drone* untuk kebutuhan pengiriman (Chung et al., 2020). Fokus dari aspek pengiriman menggunakan *drone* saat ini adalah *last mile delivery* (Muller et al., 2019). *Last mile delivery* merupakan segmen terakhir dari proses rantai-pasok, yaitu pengiriman ke konsumen. Selain potensi ekonomi bagi industri pengiriman, *drone* juga memiliki potensi pengiriman yang mampu menjangkau area terpencil (remote).

Di negara yang memiliki banyak daerah-daerah yang terisolasi seperti Islandia, proses pengiriman oleh *drone* (AHA dan Flytrex) secara signifikan mengurangi waktu pengiriman paket (Kellermann et al., 2020). UPS bersama dengan Gavi dan Vaccine Alliance mengeksplorasi pengiriman kebutuhan medis ke area terpencil di Rwanda, bekerjasama dengan startup *drone* Zipline. Amazon pun telah mengembangkan *drone* khusus untuk pengiriman pasokan medis yang dinamakan Parcelcopter (Jeong et al., 2019).

Salah satu implementasi sukses dari pengiriman pasokan medis via *drone* adalah pengiriman alat pengejut/pemacu jantung yaitu *Automated External Defibrillators* (AED). Proses pengiriman AED melalui *drone* telah banyak dilakukan dan menyelamatkan banyak korban gagal jantung di Amerika Serikat, Kanada dan Swedia (Van de Voorde et al., 2017; Sedig et al., 2020; Zegre-Hemsey et al., 2020). Pada kondisi pandemik saat ini pun potensi pengiriman kebutuhan medis melalui *drone* terus dikembangkan, diantaranya untuk pendonoran darah, pasokan obat-obatan, program vaksinasi, dan pengiriman uji sampel (Euchi, 2020).

Tabel 1 menunjukkan beberapa kasus lain implementasi *drone* medis di area terpencil melalui

kerjasama organisasi internasional, pemerintah dan swasta (Poljak and Sterbenc, 2019).

Berdasarkan implementasi yang sudah berjalan saat ini, *drone* saat ini mampu memuat barang hingga 10 kg dan terbang hingga 160 km, dimana jangkauan terbang tersebut dicapai oleh *drone* tipe *fixed wing*.

## METODE

Riset ini melakukan suatu studi prospektif melalui analisis dan simulasi parametrik penggunaan *drone* kargo di beberapa wilayah 3T dan terdampak bencana di Indonesia. Daerah yang dijadikan studi kasus diobservasi secara geografis, kemudian titik-titik penting pada daerah tersebut dijadikan basis untuk simulasi parametrik.

Pengumpulan data dilakukan melalui kajian literatur dan pemilihan basis data dari *drone* kargo. Spesifikasi teknis dari *drone* diperoleh melalui salah satu basis data internasional untuk *drone* kargo medis. Adapun data dan informasi untuk meninjau kondisi geografis di wilayah Indonesia, utamanya daerah 3T yang menjadi objek riset, diperoleh melalui laman Google Earth (<https://earth.google.com/web/>).

Terdapat enam parameter utama yang digunakan pada studi ini, yakni:

1. Kebutuhan logistik/ muatan,
2. Tipe *drone*,
3. Trayek operasi,
4. Infrastruktur,
5. Regulasi,
6. Lini masa realisasi.

Keenam parameter di atas diselanjutnya dijabarkan secara lebih detail pada paragraf-paragraf berikut:

**Tabel 1:** Contoh implementasi *drone* untuk pengiriman kebutuhan medis di berbagai negara [15]

Tahun, Negara	Manufaktur	Sponsor	Implementasi
2007, Afrika Selatan	Custom-built dari e-Juba	NHLS dan Denel Dynamics	Logistik untuk laboratorium di area terpencil. <i>Drone</i> dengan beban hingga 500 gr terbang sejauh 40 km.
2014, Bhutan	Matternet	WHO dan Kementerian Kesehatan Bhutan	Salah satu jaringan pengiriman pertama menggunakan <i>drone</i> . <i>Drone</i> bekerja di 6 area terpencil untuk pengiriman ke rumah sakit terpencil.
2016, Ghana	N/A	Dana Populasi PBB, Pemerintah Belanda	Pengiriman kondom, alat pengendali kelahiran, dan pasokan medis lainnya kepada desa yang sulit dijangkau. Mengurangi waktu pengiriman dari 2 hari menjadi 30 menit.
2017, Malawi	Matternet	Pemerintah Malawi dan UNICEF	Koridor udara pertama di Afrika untuk tes terkait manusia via <i>drone</i> .

Tahun, Negara	Manufaktur	Sponsor	Implementasi
2018, Tanzania	Wingcopter	DHL dan Deutsche GIZ	Pengiriman obat-obatan ke pulau di Lake Victoria, berjarak 60 km ke area utama. Mengurangi waktu pengiriman dari 6 jam menjadi 40 menit.

## 1. Kebutuhan logistik/ muatan

Pada dasarnya kebutuhan logistik untuk aktivitas manusia berkaitan dengan kebutuhan untuk mengirimkan sesuatu (komponen barang, perangkat keras, makanan, minuman, dan lain-lain) secara rutin, cepat dan aman, serta kebutuhan darurat seperti barang-barang medis (seperti pengiriman bahan yang membutuhkan uji sampel dari laboratorium yang jaraknya jauh)

Khusus untuk pemenuhan logistik di daerah terpencil, terluar, dan tertinggal (3T), terdapat pula kewajiban pelayanan oleh pemerintah yang tercantum pada Peraturan Menteri Perdagangan No. 53 Tahun 2020 (Permendag, 2020), yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Jenis barang yang dapat diangkut melalui udara menurut PM 53 tahun 2020 [6]

air mineral	makanan ringan	makanan kaleng	margarin/mentega
mi	minuman ringan	bawang putih	sayuran
garam	kopi	susu	teh
pinang	sagu	obat-obatan yang dijual bebas	pakaian jadi
popok bayi dan dewasa	detergen	sabun mandi /pasta gigi/ sampo/ sikat gigi	alat tulis
genset untuk pemakaian rumah tangga			

Untuk ini, makanan dan minuman serta layanan kesehatan/ darurat adalah kewajiban pelayanan publik untuk angkutan barang dari dan ke daerah 3T. Untuk kasus-kasus tersebut, dibutuhkan logistik yang terotomasi, dimana *drone* adalah salah satu solusi jalur udara [6].

## 2. Tipe drone

Tiga tipe *drone* yang akan ditinjau adalah *multicopter*, VTOL, dan *fixed wing*. Spesifikasi tipikal *drone* kemudian dipilih dari basis data *Medical Drone Delivery* (MD3) yang dihimpun oleh *The UAV for Payload Delivery Working Group* (UPDWG).

Pada basis data MD3 oleh UPDWG (<https://www.updwg.org/md3/>) per Juni 2021, terdapat 31 model *drone* untuk keperluan pengiriman medis di seluruh dunia bervariasi dari

model dalam tahap prototipe hingga *drone* yang sudah diimplementasikan. Sebagian besar *drone* pada basis data MD3 UPDWG juga diklasifikasikan menjadi tiga tipe yaitu:

1. *multicopter* (*multicopter*),
2. VTOL dan
3. *fixed wing*.


Pada kajian ini, model *drone* yang dipilih sebagai rujukan spesifikasi tipikal adalah model yang setidaknya ada di Phase 1 dari basis data MD3 UPDWG. *Drone* tersebut sudah melewati tahap demonstrasi teknologi, sudah terbukti penerbangan dan pengiriman muatan dapat dilakukan dengan memenuhi standar keselamatan. *Drone* pada Phase 1 ditinjau keselamatan dan kelaikannya saat melakukan penerbangan 25-75 kali dalam satu atau beberapa minggu.

Untuk tipe *multicopter*, *drone* yang dipilih untuk penelitian ini adalah DJI Matrices 600 (DJI M600) ([www.updwg.org](http://www.updwg.org), 2021), yang memiliki spesifikasi seperti ditunjukkan pada Tabel 3. *Drone* tersebut telah diimplementasikan untuk proyek *The Drone Optimized Treatment System* (DrOTS), membantu pengiriman sampel *sputum* untuk analisis *tuberculosis* di area terpencil di Nepal [16].

Sementara itu, untuk tipe VTOL, dipilih AerialMetric Savior 330 dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 4. *Drone* ini telah dikategorikan termasuk ke dalam Phase 2 pada basis data MD3 UPDWG. Teknologi *drone* pada Phase 2 telah terbukti secara efektif dan efisien mampu melakukan operasi pengiriman secara berkelanjutan. Satu *drone* AerialMetric Savior 330 diklaim dapat mengirimkan 100.000 vial vaksin dalam sebulan dengan asumsi terbang tiga kali dalam sehari ([www.updwg.org](http://www.updwg.org), 2021).

Pada basis data MD3 UPDWG, hanya terdapat 4 model *drone* tipe *fixed wing* yang setidaknya sudah berada di Phase 1. Sebagai rujukan spesifikasi, dipilih model Windracers Ultra, yang ditunjukkan pada Tabel 5. Salah satu kelebihan dari model ini adalah memiliki dua metode pengiriman baik melalui pendaratan di area target maupun dengan parasut untuk *cargo dropping* ([www.updwg.org](http://www.updwg.org), 2021).

**Tabel 3.** Spesifikasi DJI Matrices 600 [16]

	Spesifikasi	
 DJI M600	Berat muatan max	6 kg
	Jarak (muatan max)	7.5 km
	Panjang <i>wheelbase</i>	1.13 m
	Kecepatan max	65 km/h

**Tabel 4.** Spesifikasi *AerialMetric Savior 330* [17]

AerialMetric Savior 330	Spesifikasi	
	Berat muatan max	10 kg
Jarak (muatan max)	150 km	
Bentang Sayap	3.3 m	
Kecepatan max	150 km/h	

**Tabel 5.** Spesifikasi *Windracers Ultra* [18]

Windracers Ultra	Spesifikasi	
	Berat muatan max	100 kg
Jarak (muatan max)	1000 km	
Bentang Sayap	3 m	
Kecepatan max	100 km/h	

### 3. Trayek Operasi

Keterbatasan dalam teknologi dan spesifikasi *drone* saat ini membatasi implementasinya pada rute/trayek yang panjang, dan pada area operasi yang luas (Jeong et al., 2019). Keterbatasan ini mengharuskan trayek *drone* direncanakan dengan seksama dan optimal sehingga semua titik tujuan yang diinginkan dapat tercapai. Beberapa skema trayek *drone* dapat dilihat dan dikategorisasikan dari contoh-contoh kasus yang ada, sebagai berikut (Lihat Gambar 1):

1. Trayek *Pure-play*
2. Trayek *Multi Modal*
3. Trayek *Synchronous Multi Modal*

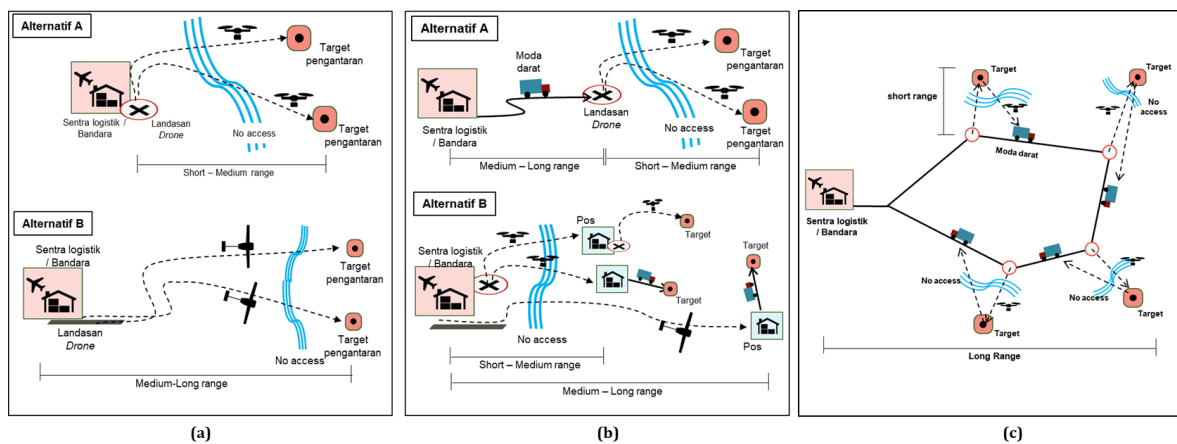
**Trayek *Pure-Play Drone***, mendefinisikan pengiriman barang hanya dengan menggunakan *drone* saja. Dalam hal ini, akan diperlukan beberapa sentra logistik yang jarak ke target pengantaran sesuai dengan jangkauan terbang *drone* yang digunakan. Model trayek *Pure-play drone* seperti ini akan cocok untuk mengakomodasi kebutuhan darurat dan insidental, tetapi memiliki banyak hambatan apabila diandalkan untuk operasi yang

rutin, karena masalah efisiensi (jarak pendek dengan kargo ringan, atau jarak jauh dengan infrastruktur besar).

**Trayek *Multi-modal***, mendefinisikan pengiriman barang dengan menggunakan kombinasi *drone* dengan moda lainnya, misal truk. Dalam hal ini, dari satu sentra logistik dapat digunakan moda lain untuk mengakomodasi area yang berada diluar jangkauan terbang *drone*. Tipe sebaliknya juga bisa dipakai, yakni memanfaatkan *drone* sebagai wahana *supply* dari sentra logistik, dan moda lain seperti truk, dari pos ke target. Model trayek ini juga bisa direalisasikan dengan salah satu moda membawa *drone* sekaligus platform tinggal landasnya ke suatu tempat (non permanen), kemudian *drone* diterbangkan dari titik tersebut untuk mencapai target yang tidak bisa dijangkau moda awal.

Meskipun demikian, trayek multi-modal membutuhkan perancangan awal tentang jadwal pengantaran barang dengan moda darat, yang disesuaikan dengan jadwal penerbangan *drone* untuk tahap akhirnya. Kendala lain adalah belum tentu barang yang diantar angkutan darat sudah sesuai dengan spesifikasi barang yang dapat dibawa oleh *drone*. Jika terjadi kesalahan, maka pengantaran dapat batal dan mengacaukan keseluruhan jadwal.

**Trayek *Synchronous Multi-modal***, mendefinisikan pengiriman barang dengan adanya wahana utama (*primary*), misal *drone* dan wahana pendukung (*support*), misal truk. Dalam hal ini, akan wahana pendukung berfungsi juga sebagai platform/landasan bergerak (*moving hub*) bagi wahana *drone*.



**Gambar 1.** Jenis trayek operasi pengantaran barang *Drone* Kargo (a) *Pure Play*, (b) *Multi-modal*, dan (c) *Synchronous Multi Modal* [10]

Perencanaan tipe ini akan memerlukan proses sinkronisasi antar pergerakan wahana pendukung dan wahana utama, dimana wahana pendukung tidak perlu menunggu *drone* untuk kembali terlebih dahulu, sebelum bergerak ke titik selanjutnya. Pada riset ini trayek jenis ini masih disatukan dengan Multi-modal biasa.

Kendala trayek ini terletak pada kapasitas sumber daya manusia, yang harus memiliki kemampuan sebagai supir dan pengantar pada moda darat, sekaligus operator *drone* untuk tahap akhirnya. Kendala lain juga muncul berkaitan dengan hal tersebut, yakni sistem *drone* harus ada pada level otomasi tertentu sehingga bisa terbang ke tujuan dan kembali ke titik yang baru, tanpa mengganggu operasi pengantaran darat.

#### 4. Infrastruktur

Dalam operasi suatu *drone* kargo, diperlukan beberapa fasilitas darat pendukung, utamanya pada titik tinggal-landas, target pengiriman, dan titik pendaratan. Fasilitas ini akan bergantung pada jenis *drone* yang digunakan untuk kargo. Sebagai contoh, *drone* tipe *fixed wing* akan selalu memerlukan fasilitas dengan landas pacu (*runway*), baik itu berupa suatu bandara ataupun suatu *airstrip*.

Beberapa operasi *drone* kargo tipe ini juga terkadang menggunakan ketapel (*catapult*) dan suatu jala penangkap, apabila diinginkan fasilitas dan dengan metode tinggal landas dan pendaratan yang lebih sederhana, sebagaimana dilakukan oleh operasi UPS dan Zipline (Jeong et al., 2019).

*Drone* kargo dengan tipe VTOL dan Multirotor memiliki keuntungan tinggi, dengan minimnya fasilitas yang dibutuhkan. Dua tipe ini dapat diterbangkan dan mendarat pada sebuah lapangan sederhana, seperti lapangan sepakbola, atau dari atap suatu gedung.

#### 5. Regulasi

Terdapat beberapa peraturan yang diterbitkan oleh Pemerintah Indonesia sebagai upaya pengawasan dan penjagaan keselamatan yang berkaitan dengan pengoperasian *drone*. secara khusus, dan peraturan penerbangan secara umum.

**Peraturan Menteri No. 63 Tahun 2021**, menggantikan PM 163 Tahun 2015, yang secara garis besar membahas ketentuan terkait pesawat udara kecil tanpa awak. Ketentuan yang diatur di dalamnya adalah pengoperasian, sertifikasi operator, dan registrasi sistem pesawat udara kecil.

**Peraturan Menteri Nomor 34 Tahun 2021** merupakan peraturan terbaru yang berkaitan

dengan *drone*, yang dikeluarkan oleh Kementerian Perhubungan. Dalam aturan ini dijelaskan standar kelaikudaraan untuk suatu sistem pesawat udara yang dikendalikan jarak jauh, atau secara internasional disebut dengan Remotely Piloted Aircraft System. Peraturan ini mengacu pada peraturan internasional yang baru juga terkait wahana yang sama, yakni Peraturan CASR Bagian 22. PM 34/2021 ini juga menyinggung masalah pengawasan dari proses sertifikasi yang dilimpahkan kepada direktorat jenderal Perhubungan Udara, yang akan meliputi audit, inspeksi, pengamatan, pemantauan, dan pengujian.

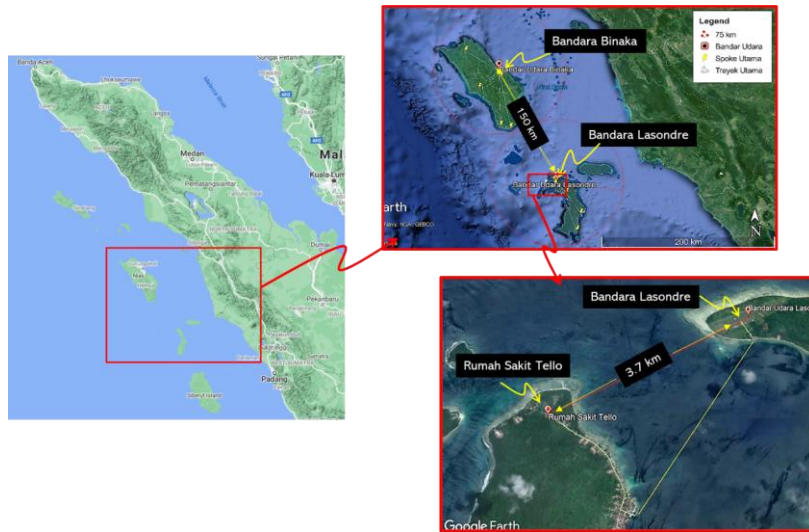
**Peraturan Menteri Nomor 37 Tahun 2020**, diterbitkan untuk menggantikan PM 47/2016 dan PM 180/2015, tentang Pengendalian Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia. Pada peraturan ini, dijabarkan secara detail mengenai pengoperasian pesawat udara tanpa awak, mulai dari ruang udara yang dilayani, tata cara dan prosedur pengoperasian, mekanisme pemberian persetujuan, pengawasan pengoperasian, hingga sanksi. Dari segi pengoperasian, PM No. 37/2020 juga sudah mengatur secara detail baik dari segi kategori dari aspek berat wahana, kaidah pengoperasian, dan area operasi (pemukiman dan bukan pemukiman). Untuk *drone* dengan berat kurang dari 55 lbs, maka harus memenuhi CASR Part 107, atau masuk dalam kategori pesawat udara kecil tanpa awak. Sedangkan untuk *drone* dengan berat lebih dari 55 lbs, maka sertifikasi yang berlaku adalah CASR Part 21.

#### 6. Lini Masa Realisasi

Khusus untuk parameter lini masa realisasi, penentuannya didasarkan pada parameter tipe *drone*, infrastruktur, dan regulasi. Hal ini dijelaskan sebagai berikut:

**Saat ini (< 1 tahun)**, saat penggunaan *drone* untuk *drone* kargo sudah dapat diimplementasi berdasarkan teknologi dan regulasi yang telah ada. Kendala yang ada pada umumnya adalah regulasi yang masih belum sempurna, penerimaan operator terhadap regulasi yang ada, dan pertimbangan akan margin keuntungan yang akan didapat. Inisiatif pada saat ini sebagian besar muncul dari operator dan berjalan relatif secara sukarela.

**Waktu dekat (1 - 5 tahun ke depan)**, saat operator swasta telah dapat menjalankan bisnis kargo *drone* yang berkelanjutan sendiri, sedemikian rupa sehingga muncul persaingan untuk mengambil pasar di bidang yang serupa. Dalam waktu dekat regulasi telah dapat



**Gambar 2.** Peta kepulauan Batu dan Hinako serta ilustrasi trayek udara antar pulau (bandara ke bandara; bandara ke pusat layanan medis)

mengakomodasi bisnis operasi *drone* tersebut, termasuk pada aspek selain teknologi (bisnis, tenaga kerja, asuransi, pajak, dan lainnya). Kendala yang ada pada lini masa ini adalah regulasi yang masih terbatas pada bisnis *drone* secara eksklusif dan lokal, dan belum adanya skema operasi terintegrasi dengan moda transportasi/perhubungan lainnya, secara nasional.

**Di masa mendatang (di atas 5 tahun),** implementasi *Unmanned Traffic Management* (UTM) telah dapat dilakukan sehingga perbedaan ruang udara nasional dari pesawat berawak dan tanpa awak semakin kecil. Salah satu contoh konsep UTM dikembangkan oleh *Federal Aviation Administration* (FAA) serta *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) [14]. Pada masa mendatang diestimasi performa baterai juga meningkat sekitar 47% dari kondisi saat ini, membuka operasi jarak jauh dengan efisien.

## STUDI PROSPEKTIF DAN HASIL

Beberapa lokasi telah dipilih untuk studi prospektif ini, yang didapatkan dari pertimbangan kategori wilayah 3T dan wilayah terdampak (rawan) bencana, serta dari hasil wawancara beberapa pihak terkait (akademisi, kementerian perhubungan, dan operator swasta):

1. **Kepulauan Nias**, mewakili daerah 3T kepulauan
2. **Pegunungan Bintang**, Papua (Oksibil), mewakili daerah 3T pegunungan
3. **Lombok** (Kasus Gempa Bumi – 2018), mewakili daerah terdampak bencana.

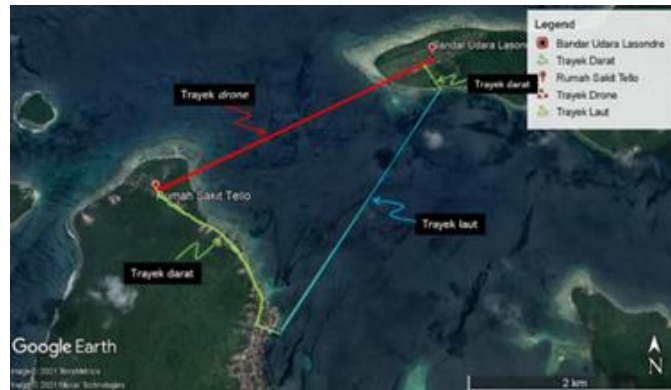
## Prospek *Drone* Kargo di Kepulauan Nias: Daerah 3T kepulauan

Kepulauan Nias adalah kepulauan terluar di area barat Pulau Sumatera. Profil geografis Kepulauan Nias dinilai cukup representatif mewakili area kepulauan kecil yang bertetangga dengan daratan utama (pulau besar).

Pulau Nias adalah pulau terbesar di provinsi Sumatera Utara, dengan panjang pulau sekitar 126 km, dengan pegunungan di bagian tengah dari Pulau. Pulau Nias memiliki 4 pelabuhan (Pelabuhan Gunung Sitoli, Pelabuhan Teluk Dalam, Pelabuhan Sirombu dan Pelabuhan Hinako), 1 bandara yang sudah operasi (Bandara Binaka), dan 1 bandara yang sedang dibangun (Bandara Teluk Dalam). Di seputar pulau ini terdapat kepulauan kecil lain, seperti kepulauan Batu di Nias Selatan, dan kepulauan Hinako di Nias Barat, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.

Kepulauan Batu adalah kepulauan yang berada di Kabupaten Nias Selatan, Provinsi Sumatera Utara dan terletak di antara Pulau Nias dan Pulau Mentawai. Kepulauan Batu dapat diakses dengan jalur laut dan jalur udara dengan Bandara Lasondre yang terletak di bagian utara dari Pulau Tanahmasa. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) di tahun 2021, di Kabupaten Nias Selatan, jumlah penduduk Kepulauan Batu pada 2020 adalah 33.493 jiwa. Pada awal 2021, pendistribusian Vaksinasi Covid-19 di kepulauan Batu sulit karena banyaknya puskesmas tidak memiliki jaringan listrik dan membutuhkan waktu 2 jam untuk menuju Pulau-pulau Batu Utara (regional.kompas.com, 2021). Dengan vaksin yang dibawa mayoritas membutuhkan suhu yang rendah, moda pengiriman yang cepat akan mengurangi vaksin yang rusak.

**Prospek pertama *drone* kargo di wilayah ini,**



**Gambar 3.** Ilustrasi perbandingan trayek logistik pada kasus kepulauan Batu



**Gambar 4.** Ilustrasi jangkauan drone tipe VTOL pada kepulauan Nias dengan sentra di dua bandara

dengan waktu realisasi saat ini, disimulasikan operasi dengan misi distribusi vaksin. Bandara Lasondre menjadi sentra logistik (*hub*) dan Rumah Sakit Tello di barat bandara sebagai target pengiriman (*spoke*). Sentra dipilih pada bandara untuk memastikan fasilitas yang dimiliki memadai dan memudahkan transisi muatan dari pesawat berawak ke *drone*.

Apabila *Drone* DJI Matrices 600 digunakan, diestimasi muatan adalah vaksin dengan 1 vial dengan berat 15 gram, 10 gram vial kosong dan 5 gram Vaksin CoronaVac untuk 10 dosis. Untuk menjaga suhu vaksin, *water pack* dapat digunakan pada kotak muatan berinsulator. Jika digunakan dua *water pack* dengan ukuran 0.6 liter, maka muatan maksimum adalah 320 vial.

Pada pengiriman ke Rumah Sakit Tello jarak yang dibutuhkan adalah 3.7 km. Sehingga pengisian baterai tidak diperlukan dan tidak dibutuhkan fasilitas khusus pada target pengiriman. Dengan pengiriman via *multicopter*, jarak tempuh direduksi sebesar 40% dari pengantaran konvensional saat ini, 2.7 km jalur darat dan 3.5 km jalur laut (total 6.2 km). Waktu tempuh pun berkurang sangat signifikan, dengan asumsi kecepatan 50 km/h, maka dalam sekitar 10 menit *drone* sudah mampu menempuh trayek ke target dan kembali lagi ke sentra logistik (bandara). Gambar 3 menunjukkan ilustrasi dari perbandingan trayek konvensional dan trayek *drone*.

**Prospek kedua** pada simulasi parametrik dengan realisasi dalam waktu dekat, diasumsikan

meningkatnya kesiapan dari operator. Implementasi *drone* kargo pada lokasi ini dapat diperluas, hingga mencakup seluruh wilayah 3T di sekitar pulau Nias, sebagai contoh, ke Kepulauan Hinako (Nias Barat), dan ke Kepulauan Batu (Nias Selatan) (Gambar 4). Berdasarkan data dari BPS Sumatera Barat 2020, jumlah penduduk total kepulauan Nias pada 2020 adalah 880.488 jiwa.

Operasi *drone* kargo prospek kedua di sini akan menggunakan dua bandara sebagai sentra, atau pusat distribusi utama, yakni Bandara Binaka di pulau Nias, dan Bandara Lasondre di kepulauan batu. Target distribusi (*spoke*) yaitu pulau-pulau di sekitarnya. Keduanya dipilih karena berada di tengah pulau-pulau sekitar, serta memiliki fasilitas yang mumpuni yang mempermudah pemindahan barang dari pesawat berawak.

**Prospek ketiga** di daerah ini adalah *drone* kargo yang dapat menjangkau semua lokasi di pulau Untuk menjangkau semua lokasi di pulau tersebut. Dalam hal ini, dibutuhkan *drone* yang mampu terbang lebih jauh minimal 150 km, agar tidak melakukan pengisian baterai pada target pengiriman. *Drone* yang sesuai untuk misi ini adalah *drone* tipe *fixed-wing*.

Pada kasus pengiriman logistik ke kepulauan Hinako yang berada di sebelah barat dari Pulau Nias, pada umumnya distribusi akan melewati 64,7 km dengan jalur darat, dilanjutkan dengan 12,6 km jalur laut, dengan total jarak tempuh adakah 77,3 km. Dengan *drone*, pengiriman yang sama dapat ditempuh hanya dalam 52,2 km sebagaimana terlihat pada Gambar 5.





**Gambar 5.** Ilustrasi perbandingan trayek logistik pada kasus kepulauan Hinako

Dengan asumsi satu *drone* dapat mengirimkan 100.000 vial vaksin dalam sebulan secara rutin, maka dengan satu *drone* pada setiap sentra, pengiriman vaksin untuk seluruh penduduk akan memakan waktu sekitar 5 bulan. prospek ini, hanya dapat terealisasi pada jangka panjang (lebih dari 5 tahun ke depan), saat regulasi dan *Unmanned Traffic Management* (UTM) telah siap.

Tabel 6 merangkum ketiga prospek *drone* kargo untuk wilayah 3T kepulauan.

**Tabel 6.** Rangkuman Prospek Drone Kargo untuk wilayah 3T Kepulauan

	Prospek Drone Kargo		
	1	2	3
<b>Kebutuhan Logistik</b>	Medis	Medis	Bahan Pokok
<b>Tipe Drone</b>	<i>Multitrotor</i>	<i>VTOL</i>	<i>Fixed Wing</i>
<b>Trayek</b>	<i>Pure-play, short</i>	<i>Pure-play, medium</i>	<i>Pure play, long</i>
<b>Infra-struktur</b>	Lapangan (sentra) + Lapangan (Target)	Bandara (sentra) + Lapangan (Target)	Bandara (sentra) + Lapangan (Target)
<b>Regulasi</b>	PM 37/2021	PM 37/2021, + BVLOS	PM 37/2021, + BVLOS, + UTM
<b>Realisasi</b>	Saat ini (< 1 th)	1 – 5 th	> 5 th

### Prospek Drone Kargo di Pegunungan Bintang, Papua: Daerah 3T Pegunungan

Studi prospektif implementasi *drone* di daerah dilakukan dengan meninjau daerah 3T dengan kontur pegunungan yang cukup ekstrem. Dalam hal ini dipilih daerah Oksibil di Papua (lihat Gambar 6). Kabupaten Pegunungan Bintang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Papua yang memiliki perbatasan langsung dengan Negara Papua Nugini. Kabupaten Pegunungan Bintang terdiri dari 34 kecamatan dan 277 kampung dengan kecamatan Oksibil sebagai pusat pemerintahan dari kabupaten Pegunungan Bintang. Kabupaten tersebut memiliki kondisi geografis yang bergunung-gunung sehingga salah

satu moda transportasi yang dapat digunakan adalah pesawat udara.

Transportasi utama untuk menuju Oksibil adalah dengan pesawat dari Bandar Udara Sentani (DJJ) menuju Bandar Udara Oksibil (OKL) dengan frekuensi penerbangan 3 kali sehari dengan maskapai PT Trigana Air. Walaupun frekuensi penerbangan tinggi, mayoritas berisi pengiriman barang dimana dua per tiga dari seluruh jumlah kursi pesawat dialih-fungsikan untuk memuat barang. Dengan biaya penerbangan yang cukup mahal, maka biaya pengiriman juga ikut meningkat sehingga barang-barang di daerah tersebut jauh lebih mahal.

Daerah di Oksibil, Pegunungan Bintang memiliki ketinggian bervariasi dari 100 meter hingga 4760 di atas permukaan laut, di puncak Mandala, puncak tertinggi kedua di Indonesia. Pada kondisi ini, *multicopter* akan sulit diaplikasikan, karena keterbatasan daya tahan. Selain dari itu, tipe VTOL pun akan memiliki keterbatasan pada *maximum service ceiling* (ketinggian terbang maksimum). Di pasaran saat ini, *drone* pada umumnya (bukan *drone* kargo) jarang sekali yang memiliki spesifikasi ketinggian terbang maksimum hingga 2500 meter di atas permukaan laut. Dengan demikian, untuk saat ini maupun dalam waktu dekat, *drone* kargo belum dapat diimplementasikan di daerah ini.

Dengan demikian, **prospek drone kargo yang pertama** untuk daerah pegunungan baru akan terealisasi di masa mendatang (> 5 tahun), implementasi *drone* kargo di daerah dapat dilakukan dengan *drone* tipe *fixed wing* berfitur BVLOS. Selain medan yang sulit, fasilitas yang dimiliki pada daerah tersebut cukup minim, berdasarkan data dasar puskesmas, mayoritas puskesmas mendapatkan listrik dari tenaga surya dan tidak memiliki jaringan internet serta tidak memiliki radio telekomunikasi. Dengan demikian *drone* kargo hanya memungkinkan untuk diaplikasikan dalam jangka waktu panjang, dengan meningkatkan kemampuan *drone* dan meningkatkan fasilitas yang ada.

Pada saat ini, kesulitan yang dihadapi

masyarakat adalah mahalnnya barang bahan pokok yang memiliki limitasi berat, seperti minyak, beras, semen, dan barang pokok lainnya. Walaupun *drone* hanya dapat mengangkut beban yang lebih rendah, *drone* memiliki keuntungan bahwa peningkatan frekuensi dapat dilakukan dengan lebih mudah tanpa banyak perubahan.

Selain dari tipe *drone* yang telah disebutkan, tipe mesin dari *drone* diutamakan yang menggunakan bahan bakar fosil karena keterbatasan fasilitas listrik, dan dapat terbang dengan kemampuan STOL (*Short Take Off and Landing*) karena medan terbang yang banyaknya pegunungan. Agar mencapai seluruh kabupaten, dibutuhkan *drone* yang mampu terbang dengan jarak tempuh lebih dari 200km, dan melakukan isi bahan bakar di sentra (hub). Dengan medan dan kemiringan yang tinggi, *drone* harus mampu terbang mencapai ketinggian maksimum dengan kecepatan tanjak yang tinggi. Model *drone* harus didesain dari awal untuk mengantisipasi hal tersebut.

Dengan komunikasi yang tidak menentu, komunikasi menggunakan koneksi seluler tidak dapat diandalkan, oleh karena penggunaan koneksi dengan satelit lebih dipilih. Pada saat ini belum ada *drone* VTOL yang dirancang dengan batasan tersebut, sehingga untuk implementasi diperlukan perancangan *drone* dengan spesifikasi *fixed wing*, kecepatan tanjak yang tinggi, menggunakan komunikasi satelit dan memiliki sistem *detect and avoid* yang baik untuk kontur pegunungan dan cuaca.

Titik lemah saat ini adalah mahalnnya pengiriman logistik dari Jayapura ke hub yaitu Bandar Udara Oksibil.



**Gambar 6.** Peta area Oksibil, Kabupaten Pegunungan Bintang, Papua

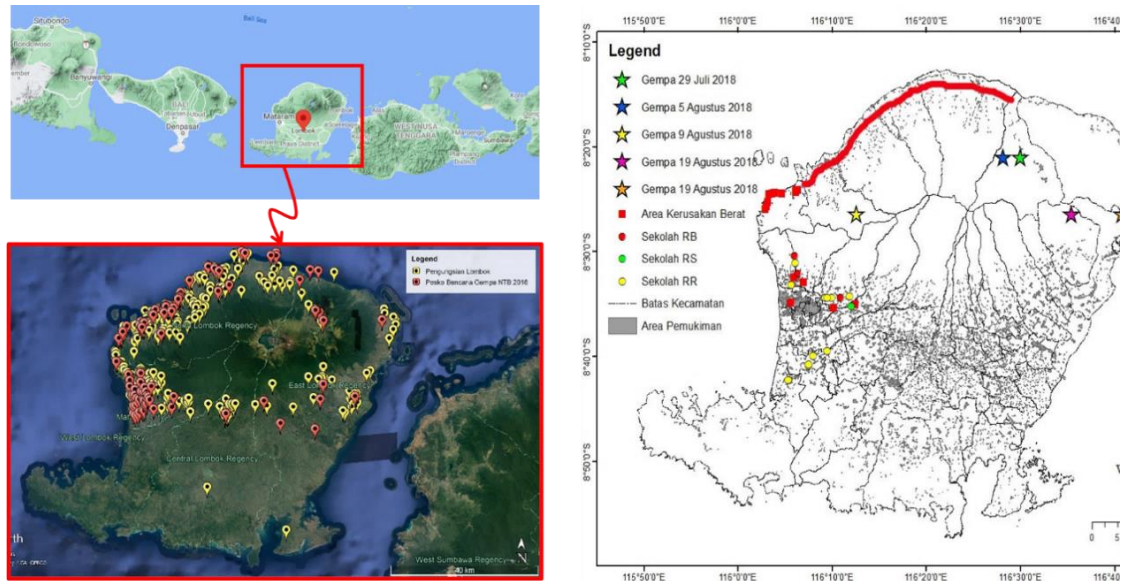
**Tabel 7.** Rangkuman Prospek Drone Kargo untuk wilayah 3T Pegunungan

Prospek Drone Kargo	
	4
<b>Kebutuhan Logistik</b>	Bahan Pokok
<b>Tipe Drone</b>	Fixed Wing dengan STOL dan mesin BBM
<b>Trayek</b>	Pure play, long
<b>Infra-struktur</b>	Bandara ke Bandara (atau airstrip)
<b>Regulasi</b>	PM 37/2021, + BVLOS, + UTM
<b>Realisasi</b>	> 5 th

Pengiriman tersebut dilakukan dengan pesawat penumpang, dimana pada umumnya diisi dengan logistik. Dengan model tersebut, biaya pengiriman logistik ke Bandar Udara Oksibil per kilogram sangat tinggi, dimana mayoritas diakibatkan oleh mahalnnya biaya penerbangan. Trayek *drone* kargo dapat digunakan untuk menggantikan pesawat penumpang tersebut untuk mengurangi biaya pengiriman per kilogram.



**Gambar 7.** Ilustrasi trayek drone pada area Oksibil berdasarkan tipe drone fixed wing



**Gambar 8.** Peta pulau Lombok dengan area terdampak bencana berdasarkan gempa bumi 2018

Sentra logistik (hub) dapat dipilih dari lokasi yang sama yaitu Bandar Udara Sentani Jayapura (DJJ) seperti ditunjukkan Gambar 7. Sekali penerbangan dari Bandar Udara Sentani dengan *drone fixed wing*, muatan dapat dibawa hingga 100kg, tanpa adanya pengisian bahan bakar di Bandar Udara Oksibil. Kendati muatan *drone* lebih rendah dibandingkan pesawat penumpang, frekuensi penerbangan dapat ditingkatkan. Hanya saja perlu ditinjau lebih lanjut secara ekonomis, dimana saat *drone* kembali ke Bandar Udara Sentani, muatan yang dibawa mungkin lebih rendah karena kebutuhan yang sangat kecil.

### Prospek Drone Kargo di Gempa Bumi Lombok, NTT, 2018: Daerah Terdampak Bencana

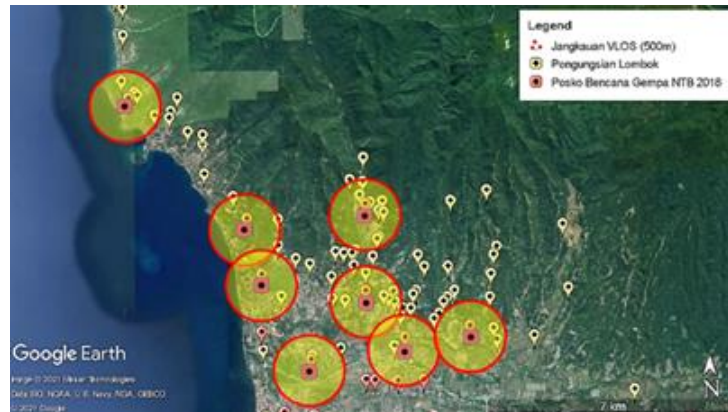
Untuk mengevaluasi kasus pada daerah terdampak (rawan) bencana, pada riset ini ditinjau kasus gempa bumi di Lombok pada tahun 2018. Berdasarkan dokumen BNPB terkait Kajian Rangkaian Gempa Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat, Gempa bumi di Lombok terjadi beberapa kali pada 29 Juli 2018 hingga 19 Agustus 2018. Gempa bumi terbesar terjadi pada tanggal 5 Agustus 2018 dengan besaran 7.0 skala Richter (SR). Gempa bumi tersebut memiliki kerugian mencapai Rp12,15 triliun dan mengakibatkan 564 penduduk meninggal dunia (www.kompas.id, 2021). Berdasarkan hasil evaluasi dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), kerusakan berat terjadi pada bagian Lombok Utara dikarenakan dekatnya area terdampak ke lokasi

pusat gempa.

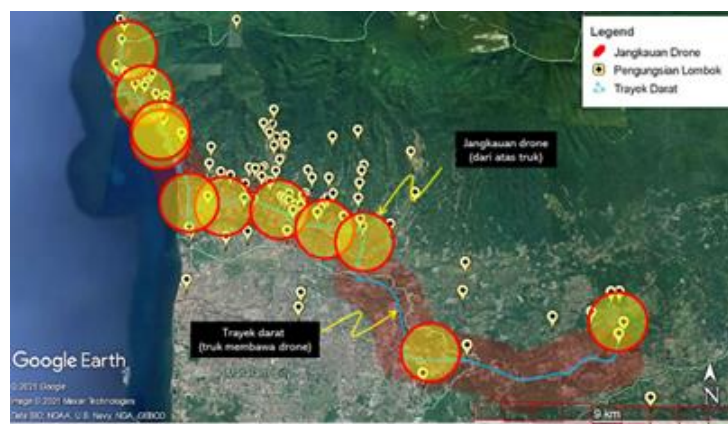
Masalah yang terjadi dari gempa bumi tersebut adalah jaringan listrik beserta telekomunikasi padam dan memutus beberapa trayek transportasi darat, sehingga mempersulit pendistribusian logistik kepada masyarakat yang membutuhkan. Upaya yang dilakukan oleh BNPB adalah mengirimkan 21 ton bantuan logistik dengan pesawat kargo khusus, Basarnas mengerahkan 3 helikopter untuk menyalurkan bantuan ke pengungsi di daerah terisolasi, dan upaya lain yang dilakukan oleh organisasi lainnya. Untuk daerah yang tidak terisolasi dan berada di dekat posko bantuan, penggunaan *drone* dapat membantu untuk mengirimkan bantuan agar dapat terkirim dengan lebih cepat.

Data yang digunakan untuk analisis adalah data dari BNPB mencakup kondisi dari titik pengungsian dan titik kerusakan seperti ditampilkan pada Gambar 8 dan data "Operasi Darurat NTB 2018" yang dikeluarkan oleh Rumah Relawan Pos Komando Tugas Gabungan Terpadu (POSKOGASGABPAD) NTB 2018 (www.google.com, 2021).

**Prospek pertama** penggunaan *drone* kargo pada kondisi ini adalah dengan menggunakan *multicopter*. secara spesifik dipilih fokus pada daerah utara dari kabupaten Lombok Barat, karena banyaknya pengungsian dibandingkan dengan posko bantuan yang cukup sedikit. Sentra logistik dipilih pada beberapa posko bantuan dengan dengan jangkauan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Ilustrasi trayek drone kargo pada kasus bagian utara dari Lombok Barat, dengan menggunakan drone multicopter pada beberapa titik posko bencana sebagai sentra



**Gambar 10.** Jangkauan dengan menggunakan konsep Multi-modal (truk dan multicopter) pada kasus gempa bumi Lombok 2018

Penggunaan *drone* ini untuk mengirimkan logistik dapat menjangkau 3 hingga 8 pengungsian dari satu sentra dengan penerbangan VLOS. *Drone* tersebut dapat mengangkut beban muatan maksimal 6 kg (lihat Tabel 3), sehingga hanya dapat membawa 15 paket makanan siap saji, 6 paket pangan (tanpa air), atau 1 paket pangan. Paket makanan siap saji adalah paket makanan yang memiliki waktu kadaluwarsa yang lama dan dapat dikonsumsi oleh satu jiwa untuk satu hari.

Berdasarkan dokumen BNPB terkait Spesifikasi Teknis Paket Makanan Siap Saji di tahun 2020, paket pangan dapat berisi dari 400 gram beras, lauk pauk, mi instan 3 bungkus, kecap 150 ml, dan air minum 4 liter, sehingga memiliki berat sekitar 6 kg. Isi dari paket pangan tersebut didasari dari paket BNPB untuk membawa pangan 2100 kalori untuk 1 jiwa dan 1 hari. Paket pangan yang dikirimkan menggunakan *drone* dapat diubah untuk mengakomodasi jumlah pengungsi yang lebih banyak pada sekali penerbangan seperti menggunakan makanan ransum TNI dimana memiliki kalori tinggi (900 kalori) dengan berat yang ringan (400 gram).

Meskipun demikian, trayek di atas mensyaratkan banyaknya *drone* yang harus

terlebih dahulu diimplementasikan di banyak titik. Salah satu alternatif untuk meningkatkan efektifitas penggunaan setiap *drone* untuk situasi ini adalah dengan menggunakan metode *multi-modal*, dimana *drone* berkoordinasi dengan moda transportasi lainnya, seperti dengan truk yang juga merupakan wahana angkutan darat utama di Lombok.

**Prospek kedua** dalam situasi ini adalah dengan memanfaatkan konsep *Multi-modal*, truk dapat digunakan sebagai moda utama dengan trayek jalan utama di Lombok, dan *drone* digunakan sebagai mode sekunder, untuk *last mile delivery*, menyelesaikan distribusi ke daerah sekitar jalan utama yang sulit dijangkau. Hal ini bisa dilihat di Gambar 10.

Salah satu kebaruan pada konsep *Multi-modal* adalah bahwa truk dapat berfungsi sebagai tempat tinggal landas dan pendaratan dari *drone*. Dengan konsep ini, jumlah *drone* yang digunakan dapat dikurangi, serta dapat direalisasikan dalam jangka dekat.

**Prospek ketiga** adalah untuk jarak jangkauan dan kondisi geografis seperti di Lombok, alternatif dengan VTOL dan *fixed wing* dapat digunakan untuk mengirimkan bantuan secara langsung dari

sentra ke target pengiriman. dan mengantarkan barang di lokasi target menggunakan parasut (*cargo dropping*). Pengiriman sejenis telah sering dilakukan pada daerah bencana, sebagai contoh pesawat US Air Force C-17 pada gempa bumi Haiti 2010, dimana muatan dengan total 40 palet yang berisi makanan dan air bersih dijatuhkan dari ketinggian 600 ft dengan parasut (edition.cnn.com, 2021).

Dengan alternatif VTOL atau *fixed wing*, Fasilitas bandara terdekat, dalam hal ini, Bandara Internasional Lombok akan sebagai pusat pengumpulan bantuan (sentra) dari berbagai lokasi dengan pesawat berawak. Selanjutnya *drone* yang mampu terbang ke lokasi target untuk melakukan *cargo dropping*, dan dapat kembali ke bandara seperti diilustrasikan di Gambar 11.

Tabel 8 merangkum ketiga prospek *drone* kargo untuk wilayah terdampak bencana.

**Tabel 8. Rangkuman Prospek Drone Kargo untuk Wilayah Terdampak Bencana**

Prospek No.	Prospek Drone Kargo		
	5	6	7
<b>Kebutuhan Logistik</b>	Medis (Bantuan)	Medis (Bantuan)	Bahan Pokok (Bantuan)
<b>Tipe Drone</b>	<i>Multirotor</i>	<i>Multi-copter</i>	<i>Fixed Wing</i>
<b>Trayek</b>	<i>Pure-play, short</i>	<i>Multi-modal</i>	<i>Pure play, Long, Cargo dropping</i>
<b>Infra-struktur</b>	Lapangan (sentra) + Lapangan (Target)	Jalan yang cukup untuk kendaraan pendukung	Bandara (sentra)
<b>Regulasi</b>	PM 37/2021	PM 37/2021	PM 37/2021, + BVLOS, + UTM
<b>Realisasi</b>	Saat ini (< 1 th)	1 – 5 th	1 – 5 th



**Gambar 11. Implementasi kargo drone pada kasus Lombok dengan tipe fixed wing**

### Prospek Integrasi Nasional di Masa Mendatang

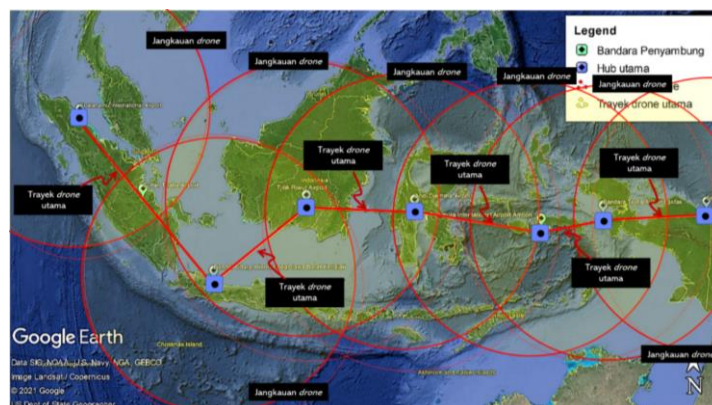
Di masa mendatang, implementasi UTM kemungkinan besar telah dijalankan, maka perbandingan *drone* dengan pesawat berawak memiliki perbedaan yang lebih kecil. Implementasi UTM dapat menjadikan pergerakan *drone* lebih banyak tanpa mengganggu pergerakan pesawat. Selain sistem implementasi UTM, teknologi baterai juga diharapkan masih terus mengalami perkembangan dengan masa yang lebih ringan namun kapasitas yang semakin besar. Sehingga *drone* elektrik dapat meningkat performa lama terbang maupun jarak jangkauannya.

Untuk optimasi penggunaan secara nasional, dapat diimplementasikan *drone* tipe *fixed wing*. Merujuk pada spesifikasi Windracers Ultra, dengan menggunakan beberapa sentra logistik (*hub*) pada

bandara besar saja, maka jumlah *hub* dapat dijaga cukup minimum. Dengan asumsi jarak jangkauan 1000 km, maka dapat dibentuk suatu trayek *drone* yang dapat melingkup seluruh wilayah Indonesia.

**Tabel 9. Rangkuman Prospek Drone Kargo secara Nasional**

Prospek No.	Prospek Drone Kargo	
	8	
<b>Kebutuhan Logistik</b>	Bahan Pokok, Logistik Umum	
<b>Tipe Drone</b>	Kombinasi	
<b>Trayek</b>	Kombinasi	
<b>Infra-struktur</b>	Bandara ke Bandara	
<b>Regulasi</b>	PM 37/2021, + BVLOS, + UTM	
<b>Realisasi</b>	> 5 th	



**Gambar 12.** Implementasi drone kargo secara nasional

Dalam kasus ini terdapat 7 bandara sebagai *hub* utama, yaitu Bandara Kualanamu (Sumatera), Kertajati (Jawa), Tjilik Riwut (Kalimantan), Andi Djema (Sulawesi), Ambon (Maluku), Torea Fakfak dan Sentani (Papua), seperti ditunjukkan pada Gambar 12.

## DISKUSI

Melalui simulasi parametrik yang dilakukan pada riset ini, ditemukan bahwa setidaknya terdapat delapan prospek skenario *drone* kargo yang mungkin dilakukan, meskipun beberapa masih memerlukan waktu realisasi yang panjang (>5 tahun). Beberapa faktor krusial yang mempengaruhi implementasi *drone* kargo di wilayah 3T, Indonesia juga terjabarkan dalam studi prospektif ini. Untuk implementasi saat ini dan dalam waktu dekat, spesifikasi tipikal *drone* dengan tipe *multicopter* dan VTOL memungkinkan beberapa skenario pengiriman logistik. Meskipun demikian, jarak jangkauan (*range*) dan ketinggian terbang maksimum (*service ceiling*) menjadi limitasi dalam operasi *drone* untuk pengiriman antar pulau dan area pegunungan. Selain daripada itu, daya angkut *drone* juga masih sangat terbatas, maksimum sekitar 10 kg. Sehingga untuk saat ini dan dalam waktu dekat, *drone* harus dioptimalkan untuk muatan kecil (ringan) dengan nilai yang tinggi, misal kebutuhan medis.

Pada beberapa area, seperti halnya daerah kepulauan Nias, untuk saat ini dan dalam waktu dekat, implementasi *drone* kargo untuk pengiriman bahan medis seperti distribusi vaksin, dinilai sangat memungkinkan. Salah satu parameter menguntungkan dalam perbandingan trayek *drone* dan trayek konvensional adalah pengurangan jarak dan waktu tempuh secara drastis. Dalam suatu kasus di kepulauan Nias, jarak tempuh direduksi sebesar 40% dan waktu tempuh berkurang dari 2 jam menjadi 10 menit dengan trayek *drone multicopter*.

Pada kasus untuk daerah terdampak (rawan) bencana, *drone* kargo dengan tipe *multicopter* dan VTOL pun dinilai sudah sangat mungkin untuk diimplementasikan. Dalam studi kasus di Lombok berdasarkan gempa bumi tahun 2018, beberapa teknologi kunci yang dapat ditinjau diantaranya adalah kemampuan *cargo dropping* dan sinkronisasi operasi *drone* dengan kendaraan darat (truk) atau disebut juga konsep *Multi-modal*. *Cargo dropping* memungkinkan muatan untuk dikirimkan di target lokasi tanpa *drone* perlu mendarat. Sementara itu, konsep *Multi-modal* memungkinkan *drone* dapat diterbangkan dari kendaraan darat sehingga jumlah *drone* dapat diminimalkan dengan *hub* yang dinamis.

Di masa mendatang, dengan meninjau teknologi *drone* kargo tipe *fixed wing*, maka operasi pengiriman dapat mencakup area yang lebih luas. Dengan memilih beberapa bandara besar, maka trayek *drone* yang terintegrasi secara nasional dapat dirancang. Dalam studi ini dipilih 7 bandar udara utama sebagai hub yaitu yaitu Bandara Kualanamu (Sumatera), Kertajati (Jawa), Tjilik Riwut (Kalimantan), Andi Djema (Sulawesi), Ambon (Maluku), Torea Fakfak dan Sentani (Papua). Selain daripada itu, kapasitas muatan yang jauh lebih besar, mencapai 100 kg, akan menjadi keuntungan yang signifikan.

## KESIMPULAN

Pada artikel ini, suatu studi prospektif, melalui analisis dan simulasi parametrik, telah dilakukan terkait potensi penggunaan *drone* kargo di beberapa wilayah 3T dan terdampak bencana, di Indonesia. Enam buah parameter terkait operasi tersebut, yakni kebutuhan logistik, tipe *drone*, trayek operasi, infrastruktur, regulasi, hingga kini masa realisasi, disimulasikan pada daerah 3T yang bertipe kepulauan, pegunungan, dan yang terdampak bencana. Dari studi ini diperoleh delapan prospek operasi *drone* kargo yang

memungkinkan, dari pengiriman logistik jarak dekat, hingga operasi kargo yang terintegrasi secara nasional.

Meskipun demikian, studi ini masih cukup terbatas, dengan banyaknya daerah 3T dan terdampak bencana di Indonesia. Sehingga perluasan studi sangatlah diperlukan untuk memperoleh prospek-prospek lain dari operasi *drone* kargo. Selain itu, studi ini perlu diperkuat dengan uji coba di berbagai daerah tersebut, sebelum implementasi riilnya, demi mewujudkan pemanfaatan *drone* kargo untuk sistem transportasi logistik modern di Indonesia

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Riset ini merupakan hasil kajian Pemanfaatan Teknologi Drone untuk Distribusi Logistik ke Wilayah Terpencil, Terluar, Tertinggal (3T) dan Wilayah Rawan Bencana, kerja sama antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Transportasi Udara, Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia dan Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung, tahun 2021.

#### DAFTAR PUSTAKA

- M Mazur et al., Clarity from above: PwC global report on the commercial applications of *drone* technology. PwC, 2016.
- Peraturan Presiden Nomor 63 tahun 2020 tentang Penetapan Daerah Tertinggal tahun 2020-2024, Pemerintah Republik Indonesia, 2010
- Rancangan Rencana Strategis Kementerian Desa, Pengembangan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Tahun 2020-2024, Pemerintah Republik Indonesia, 2019
- McCullough et al., We say we are doing primary health care but we're not: Remote area nurses' perspectives on the challenges of providing primary health care services. *Collegian*, in press, 2021.
- R Nouacer et al., Towards a framework of key technologies for *drones*. *Microprocessors and Microsystems*, vol. 77, pp. 103142, 2020.
- Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 53 Tahun 2020 Tentang Penetapan Jenis Barang yang Diangkut Dalam Program Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik untuk Angkutan Barang Dari dan Ke Daerah Tertinggal, Terpencil, Terluar, dan Perbatasan. Pemerintah Republik Indonesia, 2020.
- R Kellermann et al., Drones for parcel and passenger transportation: A literature review. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. vol. 4, pp. 100088, 2020.
- SH Chung et al., Optimization for drone and drone-truck combined operations: A review of the state of the art and future directions. *Computers and Operations Research*, vol. 123, pp. 105004, 2020.
- S Muller et al., Drone for the last mile logistics: Baloney or part of the solution?. *Transportation Research Procedia*. vol. 41, pp. 73-87, 2019.
- HY Jeong et al., Truck-drone hybrid delivery routing: Payload-energy dependency and No-Fly zones, *International Journal of Production Economics*. vol. 214, pp. 220-233, 2019.
- P Van de Voorde et al., The drone ambulance [A-UAS]: golden bullet or just a blank?. *Resuscitation*, vol. 116, pp. 46-48, 2017.
- K Sedig et al., "Drones are a great idea! What is an AED?" novel insights from a qualitative study on public perception of using drones to deliver automatic external defibrillators. *Resuscitation Plus*, vol. 4, pp. 100033, 2020.
- JK Zegre-Hemsey et al., Delivery of Automated External Defibrillators via Drones in Simulated Cardiac Arrest: Users' Experiences and the Human-Drone Interaction. *Resuscitation*, vol. 157, pp. 83-88, 2020.
- J Euchii, Do drones have a realistic place in a pandemic fight for delivering medical supplies in healthcare systems problems?. *Chinese Journal of Aeronautics*, in press, 2020.
- M Poljak and A Sterbenc, Use of drones in clinical microbiology and infectious

diseases: current status, challenges and barriers. *Clinical Microbiology and Infection*, in press, 2019.

<https://www.updwg.org/implementation/drone-optimized-therapy-system-drots/>, diakses Juli 2021.

<https://www.updwg.org/implementation/drug-delivery-by-drone-to-drop-zones/>, diakses Juli 2021.

<https://www.updwg.org/implementation/covid-19-response/>, diakses Juli 2021.

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2021 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 107 (Civil Aviation Safety Regulations Part 107) Tentang Sistem Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak (Small Unmanned Aircraft System). Pemerintah Republik Indonesia, 2021

Peraturan Menteri Perhubungan, Nomor 34 Tahun 2021 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 22 Tentang Standar Kelaikudaraan untuk Sistem Pesawat Udara yang Dikendalikan Jarak Jauh (Remotely Piloted Aircraft System), Pemerintah Republik Indonesia, 2021

Peraturan Menteri Perhubungan, Nomor 37 Tahun 2020 tentang Pengoperasian Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia, Pemerintah Republik Indonesia, 2020

<https://regional.kompas.com/read/2021/02/16/17190451/ribetnya-vaksinasi-covid-19-di-pulau-pulau-terpencil-nias-selatan-banyak?page=all>, diakses Juli 2021.

[https://www.kompas.id/baca/utama/2018/08/12/bangun-hunian-sementara?status=sukses\\_login&status\\_login=login](https://www.kompas.id/baca/utama/2018/08/12/bangun-hunian-sementara?status=sukses_login&status_login=login) diakses Juli 2021.

<https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1TDxT5WClGqjF74Ngw4iT4C5TCoNW8Kwd&ll=-8.564153342835601%2C116.50417104174426&z=10>, diakses Juli 2021

<http://edition.cnn.com/2010/WORLD/americas/01/18/haiti.airdrop/index.html>, diakses Juli 2021.