

ANALISIS MEKANISME KERJA ANGIN PADA OLAHRAGA PARALAYANG

ANALYSIS OF WIND WORKING MECHANISMS IN PARAGLIDING

Sinthia Lolita Lorensia¹⁾, Sudarti²⁾

^{1,2}Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

¹Email: sinthialolita@gmail.com

Naskah diterima tanggal 29-05-2022, direvisi tanggal 08-06-2022, disetujui tanggal 13-08-2022

ABSTRAK

Paralayang merupakan olahraga ekstrem yang saat ini banyak diminati masyarakat Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya tempat-tempat pariwisata olahraga dirgantara paralayang di beberapa daerah Indonesia. Dalam olahraga paralayang, faktor angin merupakan hal yang sangat perlu diperhatikan, karena faktor angin sangat menentukan kondisi *take off*, meluncur/terbang, dan *landing*. Namun, tidak semua wisatawan memahami hal tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai mekanisme kerja angin pada olahraga paralayang kepada para wisatawan atau masyarakat Indonesia yang ingin mencoba olahraga ekstrem tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *systematic literature review* (SLR). Jenis literatur yang digunakan yaitu literatur primer, dengan mengumpulkan 27 artikel hasil penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian dan relevan mulai dari tahun 2011 sampai 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paralayang dapat terbang jika kondisi angin stabil dan cuaca cerah. Selain itu agar dapat mempertahankan posisinya di udara, paralayang memanfaatkan angin *dynamic lift* dan *thermal lift*. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa paralayang terbang karena adanya angin mengalir diatas dan dibawah parasutnya sehingga terjadi perbedaan tekanan udara antara daerah bawah dan atas parasut. Perbedaan ini yang membuat paralayang memiliki gaya angkat untuk terbang.

Kata kunci: angin; olahraga; paralayang

ABSTRACT

Paragliding is an extreme sport that is currently in great demand by the Indonesian people. This can be seen from the many places for paragliding aerospace sports tourism in several regions of Indonesia. In paragliding, the wind factor is very important to consider, because the wind factor will determine the conditions for take off, gliding/flying, and landing. However, not all tourists understand this. This study aims to provide information about the working mechanism of the wind in paragliding to tourists or Indonesian people who want to try this extreme sport. The method used in this study is the systematic literature review (SLR) method. The type of literature used is primary literature, by collecting 27 research articles related to research topics and relevant from 2011 to 2022. The results show that paragliding can fly if the wind conditions are stable and the weather is sunny. In addition, in order to maintain its position in

the air, paragliding utilizes dynamic lift winds and thermal lifts. From the results of the study, it can be concluded that paragliding flies because of the wind flowing above and below the parachute so that there is a difference in air pressure between the lower and upper areas of the parachute. This difference makes paragliding have the lift to fly.

Keywords: *paragliding; sport; wind*

PENDAHULUAN

Paralayang adalah sebuah parasut yang dapat diterbangkan dan mampu mengangkat badan pilot/penerbang (Habibie 2019). Parasut merupakan alat yang digunakan untuk menciptakan hambatan udara (drag) sehingga dapat memperlambat gerakan suatu objek di udara (Solihin 2015). Olahraga Paralayang adalah olahraga terbang bebas menggunakan parasut dimana pilot akan lepas landas dan mendarat menggunakan kaki yang terbang memanfaatkan angin (Fajaruddin Akbar, Syauqy, and Setyawan 2019). Angin adalah perpindahan aliran udara dari tempat yang memiliki tekanan udara tinggi ke tempat bertekanan udara rendah (Muslim 2020). Angin memiliki jenis yang berbeda-beda tergantung pada perbedaan arah, kecepatan, kekuatan dan tujuannya. Dengan memanfaatkan sumber angin, pilot dapat terbang sangat tinggi dan mencapai jarak yang jauh (Lukman and Sepdanius 2020).

Dalam bahasa Inggris parayalang adalah olahraga terbang bebas untuk tujuan rekreasi atau kompetisi dengan menggunakan parasut dan lepas landas dengan kaki (Nugroho 2018). Menurut Indardi and Sahri (2020) Paralayang di Indonesia memiliki induk organisasi yang bernama PGPI (Persatuan Olahraga Gantole dan Paralayang Indonesia) yang berada dibawah naungan FASI (Federasi Aero Sport Indonesia). Sebelum terbang paralayang harus menyiapkan beberapa perlengkapan yang harus dibawa. Perlengkapan tersebut meliputi parasut utama dan cadangan, helm, *harness*, variometer, radio/HT, GPS, windmeter, peta lokasi terbang, dan lain-lain. Berat keseluruhan peralatan tersebut sekitar 10-15 kg, yang nantinya akan dimasukkan ke dalam ransel yang digendong di punggung penerbang. (Lukman and Sepdanius 2020).

Selain perlengkapan, hal-hal yang perlu diperhatikan oleh atlet paralayang yaitu memahami lokasi take off. Lokasi *take off* paralayang sangat ditentukan dari

arah dan kecepatan angin, serta adanya rintik hujan. Selain penentuan lokasi *take off*, paralayang juga harus merencanakan terlebih dahulu landing yang baik, dengan memperhitungkan beberapa hal untuk bisa mencapai landing yang diinginkan. *Landing* adalah posisi penerbang yang akan mendarat dan kemudian mencapai tanah. Pada tahap landing penerbang mengikuti arah angin dan ketinggian pada saat itu untuk mempersiapkan posisi berdiri ketika hendak mendarat mencapai tanah (Elvian and Komaini 2020). Oleh karena itu, faktor konsentrasi sangat berpengaruh terhadap ketepatan mendarat atlet paralayang. Hal ini sejalan dengan pendapat Sadewo (1999 : 15) dalam Elvian and Komaini (2020) yang menyatakan bahwa “faktor konsentrasi pikiran pada atlet paralayang menjadi sangat sentral saat mendekati titik pendaratan. Penerbang/pilot harus berkonsentrasi memusatkan perhatiannya terhadap titik pendaratan yang telah ditentukan dan berkonsentrasi terhadap arah angin serta perkiraan ketinggian yang aman dalam melakukan pendaratan yang aman dan baik”.

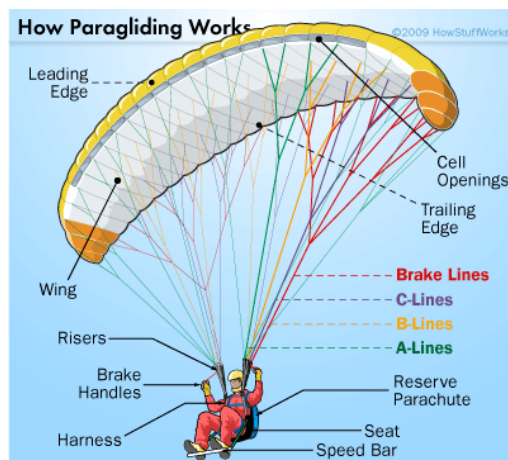
Di Indonesia olahraga paralayang saat ini sudah cukup diminati oleh masyarakat Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya kemunculan tempat-tempat pariwisata olahraga Dirgantara paralayang di beberapa daerah Indonesia, seperti di Gunung Banyak, Kota Batu; Gunung Panten, Majalengka; Pantai Prangtritis; Bukit Santiong, Subang; Puncak Lawang, Sumatera Barat; dan Gunung Mas, Bogor. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa pilot/penerbang paralayang harus berkonsentrasi dan paham betul akan informasi angin. Karena sesuai dengan penelitian (Sahri, Indardi, and Amin 2020) bahwa faktor angin sangat menentukan kondisi take off, posisi saat terbang, kecepatan angin maupun kondisi landing. Namun pada kenyataannya, tidak semua wisatawan atau masyarakat Indonesia mengetahui dan paham akan informasi penerbangan dan informasi angin, hanya atlet atau beberapa orang yang terbiasa melakukan olahraga paralayang yang memahami kondisi dan arah pergerakan angin bertiup. Oleh sebab itu tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi penting mengenai mekanisme kerja angin pada olahraga paralayang kepada wisatawan atau masyarakat Indonesia yang ingin mencoba olahraga ekstrem ini.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kepustakaan atau library research, sehingga sifatnya deskriptif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *systematic literature review* (SLR), dengan cara mengevaluasi, mengintergerasikan, dan menyajikan temuan dari berbagai studi penelitian sesuai dengan topic penelitian yang akan diangkat. Jenis literatur yang digunakan yaitu literatur primer, dimana berisi hasil-hasil penelitian seperti laporan penelitian, jurnal, hasil wawancara, dan sebagainya. Data penelitian ini dikumpulkan dari 27 artikel hasil penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian dan relevan mulai dari tahun 2011 sampai 2022. Adapun langkah-langkah dalam menyelesaikan penelitian ini meliputi melakukan studi literatur, mengumpulkan data, meneliti konsep, konseptualisasi, menganalisa data, dan menarik kesimpulan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Olahraga paralayang adalah olahraga terbang bebas menggunakan parasut dan memanfaatkan arah dan kecepatan angin. Parasut digunakan saat lepas landas (*take off*), terbang, dan mendarat (*landing*). Penerbang dalam olahraga paralayang menggunakan kaki pada saat lepas landas dari sebuah lereng gunung atau bukit dan saat mendarat di sebuah lokasi yang sudah ditentukan sebelumnya. Ciri khas dari palayang yaitu kanopi parasut yang berbentuk persegi panjang. Parasut berfungsi sebagai alat untuk menciptakan *drag* sehingga dapat memperlambat objek. Drag merupakan hambatan udara yang didapat dari luas permukaan parasut, berdasarkan penelitian Pranata, Hariyanto, and Herisman (2019) semakin luas permukaan parasut maka semakin besar bebas yang dapat dibawa. Selain parasut (*wing*), ada pula bagian-bagian dari alat paralayang yang perlu dipahami, diantaranya *line*, *risers*, *harness*, *speed bar*, *reserve parachute*, *helmet*, dan togel (*break handles*). Untuk mengetahui bagian-bagian tersebut, dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber : Jurnal Sains dan Seni ITS 8(1) : A29

Gambar 1. Bagian-Bagian Parasut

Parasut dihubungkan pada penerbang dengan tali, terdapat empat sampai lima baris tali yang menempel dibawah kanopi parasut, tali-tali tersebut diikat di kedua sisi penerjun. Sekumpulan tali yang telah diikat tersebut disebut dengan *risers*, *risers* inilah yang membuat penerbang dapat menggantung dibawah kanopi. *Risers* melekat pada *Harness*. *Harness* adalah tas yang dibawa oleh penerbang yang nantinya dijadikan tempat duduk penerbang saat terbang. Sehingga dengan menggunakan *harness* dapat mengunci rapat penerbang agar aman. Di dalam *harness* terdapat parasut cadangan untuk keadaan darurat. Baris terakhir tali yang menempel pada *trailing edge* berfungsi sebagai pusat kendali seperti rem atau disebut dengan tali kontrol. Penerbang dapat menggunakan tali kontrol untuk mengontrol paralayang dimana biasanya para penerbang memanipulasi tali agar dapat mengubah arah atau kecepatan parasut saat terbang.

Selain tali-tali dibawah kanoppi parasut, terdapat pula togel (*break handles*) yang disebut dengan tali kemudi. Togel ini juga menempel pada *risers*. Togel (*break handles*) adalah pegangan yang dipegang oleh penerbang untuk mengendalikan parasut. Dengan menarik togel kanan ke bawah, maka parasut akan bergerak mengarah ke kanan, sedangkan jika togel kiri ditarik ke bawah maka parasut akan bergerak ke arah kiri. Fungsi lain togel sama dengan *trailing*

edge yakni sebagai rem parasut. Caranya dengan menarik kebawah kedua togel sekaligus, maka akan menarik seluruh ujung belakang parasut ke bawah, sehingga terjadi perlambatan penurunan parasut. Hal ini biasanya dilakukan pada saat penerbang akan melakukan *landing* (pendaratan).

Menurut penelitian (Falavarjani 2015), paralayang terbang karena memiliki aliran udara di atas dan bawahnya dengan kecepatan 15 km/jam. Penerbang/pilot paralayang selalu lepas landas dan mengikuti angin. Mereka bahkan memiliki waktu untuk bermain dengan angin dan melakukan beberapa trik. Angin merupakan udara yang bergerak karena adanya perbedaan tekanan udara. Oleh sebab itu angin bergerak dari daerah yang bertekanan udara tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Karakter angin merupakan salah satu aspek penting untuk memilih lokasi terbang yang sesuai. Faktor-faktor untuk menilai angin yaitu kecepatan, arah, hembusan-variasi arah dan kecepatan. Kecepatan dan arah angin akan mempengaruhi lintasan luncur, namun kecepatan dan arah angin selalu berubah acak. Oleh sebab itu dibutuhkan kepekaan untuk mendengarkan suara angin dan memprediksi arah pergerakan angin bertiup. Dalam paralayang terdapat tiga kondisi pergerakan angin. Pergerakan angin pada saat paralayang lepas landas (*take off*), terbang, dan mendarat (*landing*).

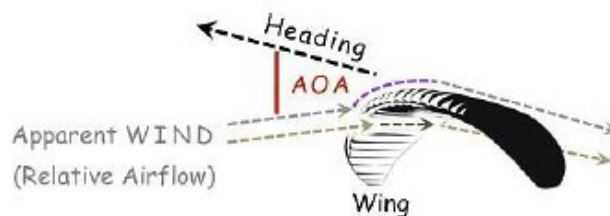
Sebelum melakukan olahraga paralayang, seorang pilot harus menentukan standar terlebih dahulu. Kondisi angin yang ideal untuk penerbangan pertama atau *take off* adalah tidak ada variasi kecepatan dan arah angin, dan kecepatan angin 12 km/jam bertiup lurus ke atas pada kemiringan 25 derajat. Dengan kata lain kondisi cuaca yang cocok untuk melakukan paralayang yaitu pada kombinasi langit cerah dengan angin 10-20 mph (15-30 km/jam). Hal tersebut juga tergantung tempat penerbang/pilot terbang, jika penerbangan di atas bukit pasir yang menjulang kecepatan angin ringan 10 km/jam, medium 18 km/jam, dan kuat lebih dari 25 km/jam. Sedangkan untuk penerbangan di atas gunung normal akan sangat berbeda karena pegunungan memperlambat angin, dan lepas landas di atas gunung bisa menjadi buruk karena campuran termal (udara panas) dan angin, namun hal ini tergantung keahlian masing-masing pilot karena ada beberapa pilot menganggap hal tersebut menyenangkan dan menantang.

Saat akan melakukan penerbangan, sayap atau parasut dikembangkan terlebih dahulu diatas tanah, saat parasut sudah dapat terangkat selanjutnya pilot dapat melakukan lepas landas. Angin yang digunakan untuk mengangkat parasut agar melayang tinggi terdiri dari dua macam yaitu angin naik yang menabrak lereng (*dynamic lift*) dan angin naik yang disebabkan thermal (*thermal lift*). Pada saat lepas landas, paralayang memanfaatkan angin yang menabrak lereng (angin lembah) untuk mendapatkan gaya angkat dinamis (*dynamic lift*). Menurut Bachtiar and Hayyatul (2018) angin lembah adalah angin yang terjadi karena tekanan udara di lembah lebih tinggi daripada di gunung, sehingga angin bergerak dari lembah ke gunung. Menurut Aubert (2015) *dynamic lift* terjadi akibat perbedaan tekanan antara dua titik pada suatu benda. Hal ini didasarkan pada prinsip Bernoulli, dimana kecepatan fluida meningkat, maka tekanan harus berkurang. Dilihat dari desain paralayang pada Gambar 1, bagian bawah atau bagian dalam parasut secara fisik mendorong aliran udara yang lebih rendah ke bawah. Hal ini menciptakan tekanan dibawah sayap atau parasut lebih besar daripada bagian atas parasut, artinya terdapat perbedaan antara tekanan dibawah parasut dan di atas parasut. Perbedaan inilah yang menyebabkan adanya gaya yang bekerja pada sayap dan menunjuk ke arah yang berlawanan dengan gravitasi bumi. Gaya inilah yang disebut dengan gaya angkat dinamis atau *dynamic lift*, dan gaya ini juga menahan paralayang di udara.

Sayap atau parasut paralayang dirancang besar untuk menanggapi massa udara yang besar pula, jadi lebih besar sayap paralayang maka massa udara yang ditangkap lebih besar sehingga dapat menghasilkan daya dorong yang lebih besar. Berdasarkan penelitian Ovchinnikov, Petrov, and Ganiev (2021) bentuk dan desain parasut paralayang yang berbeda akan menghasilkan aerodinamika yang berbeda pula. Aerodinamika adalah aliran udara yang memberikan gaya angkat terhadap suatu bodi atau objek (Sitanggang 2012). Menurut penelitian Kulhánek (2019) aerodinamika paralayang memberikan sifat fleksibilitas pada sayap paralayang dan drag aliran udara dari paralayang. Angin kuat yang memiliki kecepatan tinggi dan meniupkan massa udara yang lebih besar terhadap

paralayang, maka akan menghasilkan daya dorong yang lebih besar. Dengan demikian paralayang dapat lepas landas.

Berdasarkan hasil penelitian Landell-Mills (2021) arah dan kekuatan gaya dorong yang dihasilkan tergantung pada Angle of Attack (AOA). AOA adalah sudut antara aliran udara relatif dan heading sayap paralayang.



Sumber : doi:10.13140/RG.2.2.22209.68962

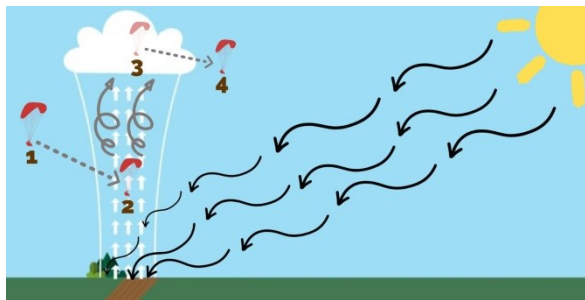
Gambar 2. Angle of Attack (AOA)

Lebih mudahnya, sudut AOA merupakan sudut dimana sayap atau parasut menghadap ke udara. Pilot dapat mengontrol kecepatan dengan menaikkan atau menurunkan sudut AOA ini. Hal ini dilakukan dengan meminimalkan atau meningkatkan tarikan pada sakelar rem dan untuk meminimalkan atau meningkatkan tarikan ke bawah pada *trailing edge* sayap, atau dengan menekan *speed bar* dengan kaki untuk mengaktifkan garis yang terselip di bagian depan sayap. Tujuan pilot melakukan hal tersebut untuk mendapatkan gaya angkat melebihi hambatan.

Pada saat paralayang terbang perlu diperhatikan glide ratio atau rasio meluncur. Ketika paralayang terbang dan setiap bergerak maju paralayang akan kehilangan ketinggian. Rata-rata rasio meluncur pada paralayang yakni 10:1 artinya paralayang akan kehilangan ketinggian 1 meter setiap bergerak maju sejauh 10 meter. Pada kompetisi paralayang biasanya rasio meluncur mencapai hingga 12:1. Dengan menghilangnya ketinggian setiap paralayang bergerak maju, cara pilot paralayang mempertahankan posisi ketinggiannya yaitu dengan mencari area atau daerah dimana udara mampu mengangkat paralayang lebih cepat saat mereka turun. Jika paralayang berada di daerah dataran tinggi seperti di lereng atau punggung bukit dan gunung, mereka dapat memanfaatkan *dynamic lift* atau angin lembah untuk dapat naik kembali pada ketinggian tertentu. Namun, ketika

paralayang berada di daerah dataran rendah mereka tidak memiliki angin lembah, sehingga paralayang akan mencari area yang memiliki *thermal lift*.

Thermal lift adalah angin naik yang disebabkan thermal atau udara panas. Dari penelitian Bu and Yang (2018), *Thermal lift* terjadi akibat adanya panas matahari yang memanaskan suatu bagian tanah lebih daripada bagian tanah yang lain karena posisi atau warna, sehingga menciptakan kolom udara naik.



Gambar 3. *Thermal lift* pada paralayang

Dalam suatu kondisi tertentu, termal menciptakan awan yang disebut dengan istilah “*cloud suck*”. Pemanfaatan *thermal lift* oleh paralayang terlihat seperti pada Gambar 3, dimana pada saat kondisi paralayang semakin turun, paralayang akan menuju area yang memiliki angin *thermal lift*. Saat telah menemukan area *thermal lift*, paralayang akan memutar area kolom udara naik tersebut dari daerah tepi hingga kepusat atau daerah tengah kolom udara. Di daerah tepi angin *thermal* sangat melemah, semakin menuju pusat angin *thermal* semakin kuat. Oleh sebab itu untuk mencapai puncak ketinggian, paralayang berusaha untuk mempertahankan posisinya di pusat area kolom udara naik dengan memutar area tersebut. Ketika paralayang telah mencapai di puncak, paralayang akan melanjutkan perjalanannya. Saat kondisi cuaca bagus, paralayang dapat bertahan di udara selama lebih dari sepuluh jam dan menempuh perjalanan sejauh 564 km.

Dalam pendaratan (*landing*), paralayang membutuhkan angin yang stabil. Kondisi ideal untuk pendaratan paralayang adalah angin stabil dengan kecepatan 8-16 km/jam. Hal ini memungkinkan pilot untuk melangkah keluar dari udara dengan perlahan tanpa harus berlari. Pendaratan diperlukan angin terutama kurang dari 12 km/jam. Untuk pemula tidak diperbolehkan terbang dengan kecepatan

angin 18 km/jam, dan untuk pilot pemula tidak diperbolehkan terbang dengan kecepatan angin lebih dari 25 km/jam. Menurut USHPA (*United States Hang Gliding and Paragliding Association*) standar kecepatan angin untuk penerbangan paralayang yaitu 0-7 knots untuk pilot pemula, 10-13 knots untuk pilot regular, 10-13 knots untuk pilot bagus/handal, dan lebih dari 13 knots pilot tidak diperbolehkan terbang. Untuk mengetahui kecepatan tersebut maka diilustrasikan pengaruh kecepatan angin yang ditentukan di darat dalam Tabel berikut.

Tabel 1. Efek Kecepatan Angin di Darat

Knots	m/s	km/jam	Label	Efek di Darat
1	0–0,2	1	Tenang	Tenang, dan asap naik secara vertikal
1–3	0,3–1,5	1–5	Udara Ringan	Gerakan angin terlihat dalam asap
4–6	1,6–3,3	6–11	Angin Ringan	Angin terasa pada kulit terbuka, dan daun berdesir
7–10	3,4–5,4	12–19	Angin Lembut	Daun dan ranting kecil bergerak konstan
11–15	5,5–7,9	20–28	Angin Sedang	Debu dan lembaran kertas naik, dan ranting kecil mulai bergerak

Sumber : Pagen (1992) dalam Falavarjani (2015)

Menurut Kuşçu Şimşek, Türk, and Ödül (2019) kendala utama pada olahraga paralayang adalah kondisi meteorologi. Paralayang dapat terbang jika kombinasi cuaca, waktu, dan kondisi udara untuk lokasi tertentu. Pemilihan lokasi lapangan olahraga harus memenuhi persyaratan teknis agar penerbangan aman. Pertama, untuk lokasi lepas landas perlu diselidiki secara mendalam mengenai kondisi iklim, stuktur tanah bukit atau gunung yang digunakan, dan ada atau tidaknya penghalang di area tersebut. Selanjutnya komponen yang harus dievaluasi sesuai dengan kemampuan dan pengalaman pilot yaitu arah angin yang diminan, kemiringan, dan ketinggian bidang lepas landas. Kedua, untuk lokasi pendaratan diperlukan area datar dan jauh dari apapun yang menyebabkan terjadinya turbulensi.

Kendala yang kedua pada olahraga paralayang yaitu turbulensi. Turbulensi dalam paralayang biasanya tercipta di bagian trailing edge. Turbulensi

adalah pergerakan partikel yang sangat tidak teratur dalam suatu aliran fluida dan sangat sulit diperkirakan gerakannya (Mahilda, Rustana, and Umiatin 2016). Turbulensi dicirikan dengan adanya arah aliran udara memutar yang tidak beraturan. Berdasarkan penelitian Muthia and Gernowo (2018) turbulensi disebabkan adanya fluktuasi aliran angin yang acak, zona front, konvektif, variasi temperatur, dan tekanan. Dengan adanya fluktuasi menandakan adanya intensitas turbulensi. Intensitas turbulen adalah tingkat fluktuasi turbulen dalam aliran fluida, semakin besar nilai intensitas turbulen artinya fluktuasi kecepatan turbulen juga semakin besar.

Menurut ilmu meteorology, jenis-jenis turbulen dapat dibedakan menjadi enam macam berdasarkan penyebabnya, pertama turbulensi termal yang terjadi ketika dua daerah udara memiliki perbedaan suhu dan tekanan. Kedua turbulensi konvektif yaitu turbulensi karena awan *cumulonimbus*, badai, dan petir yang cukup parah sehingga mengakibatkan guncangan besar dan dapat menghancurkan semua objek yang melewatinya. Ketiga turbulensi mekanik yaitu turbulensi yang terjadi karena gesekan antara angin di atas 15 knot dengan permukaan bumi yang tidak rata, sehingga menimbulkan olakan saat angin melalui pegunungan, bukit, bangunan, pepohonan, pagar, dan penghalang lainnya. Turbulensi mekanik inilah yang sering dihindari oleh paralayang saat mendarat dan lepas landas. Keempat *clear air turbulence* (CAT) yaitu turbulensi yang terjadi karena perubahan kecepatan angin menjadi lebih cepat daripada sebelumnya. Dari penelitian Munandar (2017) turbulensi ini dicirikan pula dengan tidak adanya awan konvektif. Menurut hasil penelitian Syaifullah (2011); Verayanti (2021) awan konvektif yaitu awan yang terbentuk akibat pemanasan matahari dan cenderung aktif di benua tropis dan area antara pasifik barat dan samudra hindia. Kelima turbulensi gunung yaitu turbulensi yang diakibatkan adanya aliran udara kencang di sekitar gunung. Keenam turbulensi *wake vorteks* yakni turbulensi yang diakibatkan oleh pergerakan objek itu sendiri sehingga mempengaruhi pergerakan objek lain disekitarnya.

Penyebab paling umum dalam kecelakaan olahraga paralayang adalah kesalahan pilot dalam memprediksikan angin dan kondisi lokasi. Dari penelitian

Mekinc and Mušič (2016); Ströhle et al. (2020), kecelakaan yang paling sering terjadi berupa cedera tulang belakang lumbar dan tulang belakang dada. Oleh sebab itu, kesehatan dan keselamatan kerja sangat penting diperhatikan khususnya pada tempat-tempat wisata paralayang di Indonesia, sejalan dengan pendapat (Adz Dzikri and Sukana (2019) dalam penelitiannya, setidaknya pemandu wisata atau instruktur paralayang di Indonesia memiliki lisensi dari Federasi Aero Sport Indonesia (FA SI). Sebagai wisatawan, diperlukan kesadaran akan bahaya dari olahraga paralayang, perencanaan penerbangan, menganalisis prosedur keadaan darurat, mengikuti peraturan-peraturan yang ada di tempat wisata tersebut, dan menyesuaikan dengan kemampuan dan pengalaman diri sendiri.

KESIMPULAN

Dari pembahasan, dapat disimpulkan bahwa paralayang terbang karena memiliki aliran udara di atas dan bawah parasutnya dengan kecepatan 15 km/jam. Kondisi angin yang ideal untuk take off adalah kombinasi langit cerah dengan kecepatan angin 10-20 mph (15-30 km/jam) pada kemiringan 25 derajat. Pada saat lepas landas, paralayang memanfaatkan angin yang menabrak lereng (angin lembah) untuk mendapatkan gaya angkat dinamis (*dynamic lift*). Ketika paralayang berada di daerah dataran rendah mereka tidak memiliki angin lembah, sehingga paralayang akan menggunakan area *thermal lift* untuk mendapatkan gaya angkat. Dalam pendaratan (*landing*), paralayang membutuhkan angin yang stabil dengan kecepatan 8-16 km/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adz Dzikri, Muhammad Alif, and Made Sukana. 2019. "Penerapan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Wisata Paralayang Di Gunung Banyak, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur." *Jurnal Destinasi Pariwisata* 7(2):274. doi: 10.24843/jdepar.2019.v07.i02.p10.
- Aubert, J. 2015. "Geomagnetic Forecasts Driven by Thermal Wind Dynamics in the Earth's Core." *Geophysical Journal International* 203(3):1738–51. doi: 10.1093/gji/ggv394.
- Bachtiar, Antonov, and Wahyudi Hayyatul. 2018. "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras." *Jurnal Teknik Elektro ITP* 7(1):34–45. doi:

10.21063/jte.2018.3133706.

- Bu, De Fu, and Xiao Hong Yang. 2018. "Thermal Wind from Hot Accretion Flows at Large Radii." *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 476(4):4395–4402. doi: 10.1093/mnras/sty053.
- Elvian, Rismon, and Anton Komaini. 2020. "Kontribusi Tingkat Konsentrasi Terhadap Ketepatan Mendarat Atlet Paralayang Pada Spot Landing." *Jurnal Stamina* 3(4):195–206.
- Fajaruddin Akbar, Muhammad, Dahnia Syauqy, and Gembong Edhi Setyawan. 2019. "Sistem Notifikasi Kondisi Cuaca Untuk Keselamatan Take Off Paralayang Menggunakan Metode Naïve Bayes (Studi Kasus: Paralayang Gunung Banyak, Batu)." 3(8):7681–87.
- Falavarjani, Nooshin Ghasemi. 2015. "Wind To Select the Recreation Flying Site." *International Journal of Geography and Geology* 4(3):57–67. doi: 10.18488/journal.10/2015.4.3/10.3.57.67.
- Habibie, R. F. 2019. "Pembangunan Sistem Monitoring Pilot Paralayang Dan Stasiun Cuaca Berbasis Internet Of Things (Iot) Di Paralayang Gunung Panten Majalengka." *Jurnal UNIKOM*. 1-8.
- Indardi, Nanang, and Sahri Sahri. 2020. "Pengembangan Paralayang Ternadi Di Kabupaten Kudus." *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia* 10(1):19–22. doi: 10.15294/miki.v10i1.21480.
- Kulhánek, Robert. 2019. "Identification of a Degradation of Aerodynamic Characteristics of a Paraglider Due to Its Flexibility from Flight Test." *Aircraft Engineering and Aerospace Technology* 91(6):873–79. doi: 10.1108/AEAT-06-2018-0162.
- Kuşçu Şimşek, Çağdaş, Tarık Türk, and Halime Ödül. 2019. "CBS Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci Ile Yamaç Paraşütü Sahalarının Belirlenmesi." *Journal of Geography* 0(38):1–10. doi: 10.26650/jgeog2019-0004.
- Landell-Mills, Nicholas. 2021. "Paragliding Explained by Newtonian Physics." (April). doi: 10.13140/RG.2.2.22209.68962.
- Lukman, Roni Riki, and Endang Sepdanius. 2020. "Profil Pembinaan Olahraga Dirgantara Paralayang Dan Gantole Di Bukit Tambun Kabupaten Dharmasraya." *Jurnal Stamina* 3(4):207–17.
- Mahilda, Nurul, Cecep E. Rustana, and Umiatin Umiatin. 2016. "Studi Pengaruh Screen Mesh Terhadap Intensitas Turbulensi Pada Terowongan Angin Sirkuit Terbuka." V:SNF2016-CIP-147-SNF2016-CIP-150. doi: 10.21009/0305020128.
- Mekinc, Janez, and Katarina Mušič. 2016. "Elements of Safety in Paragliding." *Annales Kinesiologiae* • 7(1):67–80.
- Munandar, Muhammad A. R. I. F. 2017. "Kajian Clear Air Turbulence Di

- Indonesia (Study Of Clear Turbulence In Indonesia).” *SNSAA : Seminar Nasional Atmosfer dan Antariksa*. 1-14.
- Muslim. 2020. “Perspektif Al-Qur’an Tentang Angin.” *Al-Misykah : Jurnal Kajian Al-Qur’an Dan Tafsir* 1(1):66–88.
- Muthia, Nuriyana, and Rahmat Gernowo. 2018. “Analisis Turbulensi Pada Pesawat Etihad Airways EY-474 Tanggal 4 Mei 2016 Dengan Metode Weather Research and Forecasting.” *Youngster Physics Journal* 07(1):34–39.
- Nugroho, Prapto. 2018. “Modifikasi Mesin EM.E 70CC Gas Engine Dalam Penerbangan Olahraga Paralayang.” *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia* 8(1):21–25.
- Ovchinnikov, V. V., Yu. V. Petrov, and Sh. F. Ganiev. 2021. “Effect of Paragliding Wing Dome Shape on Its Aerodynamic Characteristics.” *Civil Aviation High Technologies* 24(6):54–65. doi: 10.26467/2079-0619-2021-24-6-54-65.
- Pranata, Firdo Alhamda, Hariyanto Hariyanto, and Iis Herisman. 2019. “Konstruksi Model Matematika Paralayang Dengan Target Pendaratan.” *Jurnal Sains Dan Seni ITS* 8(1):29–31. doi: 10.12962/j23373520.v8i1.37798.
- Sahri, Sahri, Nanang Indardi, and Nur Amin. 2020. “The Correlation between Wind Direction and Wind Speed with The Landing Accuracy Result on Paragliding Athletes.” (January). doi: 10.4108/eai.22-7-2020.2300306.
- Sitanggang, M. 2012. Penelitian Aerodinamika Sayap Pesawat Terbang. Prosiding SIPTEKGAN XVI. 395–404.
- Solihin, A. O. 2015. Permainan Menggunakan Parasut Serta Pengaruhnya Terhadap Kerjasama Siswa Tunarungu. *Motion*. 6(2) : 211–222.
- Ströhle, Mathias, Simon Woyke, Bernd Wallner, Monika Brodmann Maeder, Hermann Brugger, and Peter Paal. 2020. “Aviation Sports Crashes in the Austrian Mountains: A 10-Year Retrospective Study.” *Wilderness and Environmental Medicine* 31(2):165–73. doi: 10.1016/j.wem.2020.01.005.
- Syaifullah, M. Djazim. 2011. “Potensi Atmosfer Dalam Pembentukan Awan Konvektif Pada Pelaksanaan Teknologi Modifikasi Cuaca Di Das Kotopanjang Dan Das Singkarak 2010.” *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 12(1):9. doi: 10.29122/jstm.v12i1.2185.
- Verayanti, N. P. T. dan I. K. N. A. Kusuma . 2021. Simulasi Numerik Mekanisme Turbulensi Dekat Awan Konvektif. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*. 22(1):25–33.