

## *Jarak Minimum Dilanggar, Bisa Celaka atau Insiden*



Jarak minimum dimaksud pada judul di atas adalah separasi minimum karena adanya gelombang turbulen (wake turbulence separation minima), yang selanjutnya dalam artikel ini akan hanya disebut sebagai separasi minimum saja. Separasi minimum sejatinya adalah jarak selamat terdekat antar 2 pesawat atau lebih yang harus tetap dipertahankan, yang kemudian dibuat menjadi standar keselamatan. Ketentuan ini adalah aturan internasional yang diberlakukan terhadap 2 atau lebih pesawat yang mendekati agar terhindar dari pengaruh gelombang massa udara turbulen (wake turbulence) yang diakibatkan oleh pesawat di depan atau di atasnya. Pelanggaran atau tidak terpenuhinya ketentuan itu dapat berakibat seberat-beratnya adalah terjadinya sebuah kecelakaan fatal atau seringan-ringannya adalah sebuah insiden. Kejadian ini dialami oleh 2 pesawat sebagaimana terlihat dalam gambar, yaitu dari maskapai Air Canada dan Qantas, di bandar udara Vancouver, Kanada, pada 16/1/2020. Bandar udara ini pada saat kejadian sedang berkabut, dengan jarak pandang hanya 1.200 meter. Di penerbangan, kondisi semacam ini disebut sebagai Low Visibility. Kedua jenis pesawat yang berbeda ukuran beratnya itu adalah A319 yang dioperasikan oleh Air Canada dan B747-400 dioperasikan oleh Qantas. Selain berat, posisi pesawatpun sangat menentukan dalam pemberlakuan aturan ini. Pesawat jenis A319-100 saat itu berada di posisi akan mendarat dan B744 sudah mulai melakukan proses lepas landas. Izin lepas landas sudah diberikan terlebih dahulu kepada B747-400 di saat A319-100 berada di posisi on final (posisi di menit-menit terakhir akan mendarat), yang berarti pesawat B744 berada di depan A319-100 yang bersiap akan mendarat. Untuk efisiensi penggunaan landasan yang dipergunakan bersama oleh kedua pesawat ini, prosedur demikian diperbolehkan, sepanjang terpenuhinya unsur keselamatan, dan tentunya bergantian (tidak boleh bersamaan). FAA dan ICAO dalam menetapkan kategori kelas pesawat berdasarkan bobot MTOW (Maximum Take-Off Weight) memiliki perbedaan pembagian. Pesawat jenis B747-400 di versi ICAO masuk kategori Heavy (H) dan Airbus 319-100 Medium (M). Tradisi menjaga keselamatan penerbangan yang dilakukan oleh semua pelaku keselamatan (yang umumnya berlisensi itu) memiliki tingkatan sangat ketat yang telah teruji sejak lama.



Salah satu tradisi keselamatan yang dilakukan oleh para pelaku keselamatan tersebut dalam menjalankan tugasnya adalah saling mematuhi ketentuan dalam menjaga jarak minimum antar pesawat terbang. Jarak minimum yang diatur itu terdiri dari vertikal, lateral dan longitudinal. Ketentuan separasi vertikal yang disebut sebagai vertical separation minima adalah batas separasi selamat paling dekat yang diperbolehkan di antara 2 pesawat yang berada di atas dengan di bawah. Lateral separation minima, antara pesawat yang berada di ketinggian yang sama di samping kiri dengan kanan. Sedangkan longitudinal separation minima adalah separasi antara pesawat yang berada di depan dengan di belakang. Secara umum pendapat yang mengatakan bahwa dalam pengendalian separasi minima ini bila diatur dengan pengendalian jarak lebih jauh, atau lebih tinggi

dari batas minimum yang ditetapkan, akan menjadikan penerbangan yang lebih selamat memang ada benarnya, namun akan menjadikan bentuk pengendalian pesawat yang demikian menjadi tidak efisien (inefisien). Konvensi Chicago 1944 sejak awal, mengamanahkan ICAO untuk membuat berbagai ketentuan standar agar para pejalan udara (air traveller) yang menggunakan pesawat sipil internasional, selamat, aman, teratur dan efisien. Pengendalian separasi, apakah itu di saat pendaratan, lepas landas dan en-route (di sepanjang penerbangan) diberlakukan secara ketat (standar), semata-mata untuk memenuhi keselamatan. Khusus di artikel ini, kami hanya menulis hanya bagi 1 pesawat yang akan melakukan pendaratan dan 1 pesawat yang akan lepas landas seperti seperti yang dialami oleh kedua pesawat dari maskapai Air Canada dan Qantas. Kejadian yang dialami oleh dua pesawat yang masing-masing berukuran Medium (M) dan Heavy (H) tersebut ditambah dengan 2 infografis kecelakaan dan insiden lainnya di saat en-route, akan melengkapi artikel ini.

Perhitungan separasi minimum akan presisi (akurat) jaraknya (dalam satuan nautical mile), bila petugas ATS mempergunakan fasilitas radar. Ketika pesawat melakukan antrean pendaratan, petugas tower akan mengatur jarak antar pesawat dengan beberapa cara antara lain mengatur arah atau memvektor (heading), ketinggian dan kecepatan pesawat yang sedang dikendalikan. Fasilitas radar

**Wake Turbulence Separations**

**Radar Separations**  
 ATC applies differing separations depending on the wake turbulence category of the leading aircraft and the equipment available to them to provide separation eg. radar.  
 The tables given below are issued by ICAO. The UK has slightly different values.

Leading aircraft	Following aircraft	Separation aircraft
Heavy *	Heavy	4 NM
Heavy	Medium	5 NM
Heavy	Light	6 NM
Medium	Light	5 NM

\* The B757 is categorised as "Heavy" when applying following distances

**Non- radar Separations**  
 Non- radar separation standards for arriving or departing flights for aircraft using the same (or close parallel) runway are as follow

Leading aircraft	Following aircraft	Separation time arriving	Separation time departing
Heavy	Medium	2 mins	2*mins
Heavy	Light	3 mins	2*mins
Medium	Light	3 mins	2*mins

\* 3 minutes if taking off from an intermediate position

tersebut sangat membantu mendapatkan hasil perhitungan yang presisi. Bagaimana petugas melakukan pengendalian itu? Petugas tower akan mengatur, memvektor heading (arah), ketinggian dan kecepatan pesawat yang sedang dalam antrean dengan menyampaikan instruksi yang dikirimkan melalui komunikasi radio dengan bentuk pengiriman berita sesuai prosedur radiotelephony internasional

yang sudah baku. Jadi, apabila sebuah pesawat di waktu pendaratan memiliki kecepatan berlebih, yang dapat menjadikan jaraknya akan mendekati pesawat lainnya yang akan lepas landas, sehingga menjadi tidak memenuhi batas separasi minimum, maka kecepatannya harus dikurangi agar jaraknya kembali konstan sesuai batas separasi minimum, atau sebaliknya. Semua itulah yang disebut speed control.

Coba kita cermati sejenak, ketika pesawat akan mendarat beberapa menit lagi di saat cuaca baik, terasa, seolah-olah pesawat yang kita tumpangi "melayang" secara smooth tanpa mesinnya dihidupkan, karena saking tidak terdengarnya deru mesin ketika sedang dikurangi powernya. Namun deru mesinnya akan kembali terdengar ketika harus dipercepat pergerakannya. Secara umum, pesawat jet komersial ketika sedang terbang di kecepatan jelajah, memiliki kecepatan antara 547-575 mph (880-926 km/h). A380 Heavy ketika akan mendarat, kecepatannya akan dikurangi bertahap dari ketika cruising 903 km/h (Mach .85), hingga 138 knots (256 km/h = Mach .2). Angka itu semua tentunya hanya merupakan rata-rata dan masih didasarkan atas syarat dan ketentuan lain.

Jenis B777-300ER misalnya, ketika mendarat di saat semua roda pendaratnya menyentuh permukaan landasan kecepatannya adalah  $\pm 150$  knots ( $\pm 172,6$  mph =  $\pm 227,7$  km/h, 1 knot =  $\pm 1,1$  mile per hour). Kecepatan ini adalah di bawah target speed. Tentunya kecepatan mendarat sebagaimana telah



disebutkan di atas itu, masih harus diperhitungkan lagi berdasarkan beberapa faktor lainnya seperti berat pesawat yang tersisa di saat akan mendarat (setelah fuel consumption), sudut flap, keadaan cuaca di saat pendaratan, panjang landasan dan lain-lain. Ketika pesawat sedang diatur antrean

pendaratan (sequence) di antara pesawat lainnya, maka speed control, tidak sepenuhnya dilakukan oleh pilot, namun dikendalikan oleh petugas tower yang sudah berkualifikasi radar control.

Untuk penerbangan yang berada di fase en-route (jalur jelajah = jalur jelajah sepanjang penerbangan), yang tidak dilengkapi oleh fasilitas radar, penentuan separasi vertikal minimumnya dilakukan dengan berdasarkan laporan posisi. Penentuan separasi demikian disebut sebagai non-radar separations. Selain itu ada ketentuan separasi vertikal minimum yang diberlakukan secara global bagi pesawat di jalur en-route di ketinggian 29.000 kaki QNE ke atas, yaitu prosedur RVSM (reduced vertical separation minima). Sedangkan untuk pesawat lepas landas di bandar udara yang tidak dilengkapi radar untuk pengaturan separasinya berdasarkan waktu (non-radar separations).

Bagi bandar udara internasional seperti Vancouver, proses pendaratan atau lepas landas di saat low visibility, tidak menjadi masalah, karena petugas tower (baik untuk pesawat yang masih manuver di darat maupun sudah terbang di udara) sudah dilengkapi secondary radar dan dari ke-6 landasannya pun sudah ada yang dilengkapi dengan sistem alat bantu pendaratan bergenerasi paling modern, yaitu alat bantu pendaratan kategori III (ILS CAT III).

Kembali ke pokok tulisan ini, bagaimanakah kejadian sebenarnya?. Peristiwa ini diawali sebelumnya oleh petugas tower Vancouver dengan pengaturan jarak yang normal antara pesawat Air Canada

dengan nomor penerbangan AC-557 dari Los Angeles, CA Amerika yang akan mendarat di Vancouver, BC, Canada dengan Qantas dengan nomor penerbangan QF-76 yang akan lepas landas ke

8.7.3.4 The following distance-based wake turbulence separation minima shall be applied to aircraft being provided with an ATS surveillance service in the approach and departure phases of flight in the circumstances given in 8.7.3.4.1.

Aircraft category		Distance-based wake turbulence separation minima
Preceding aircraft	Succeeding aircraft	
HEAVY	HEAVY	7.4 km (4.0 NM)
	MEDIUM	9.3 km (5.0 NM)
	LIGHT	11.1 km (6.0 NM)
MEDIUM	LIGHT	9.3 km (5.0 NM)

Note.— The provisions governing wake turbulence aircraft categorization are set forth in Chapter 4, Section 4.9.

Sydney. Dengan pengaturan kecepatan (speed control), AC-557 masih dapat dijaga jaraknya dengan QF-76 yang bersiap melakukan lepas landas di separasi minimum selamat, yaitu 5,9 NM. Kedua pilot

pesawat tersebut saling mendengar, walaupun tidak secara visual karena kondisi berkabut. Petugas tower mengingatkan kepada pilot QF-76 agar melakukan persiapan ancang-ancang mesin di posisi lepas landas (line-up position) dengan singkat (diberikan waktu 30 detik). Kedua pilot pesawat mematuhi semua instruksi dari tower ketika akan mempergunakan landasan yang sama yaitu 08R (runway 08 right). Untuk diketahui, bahwa pesawat yang akan lepas landas dan mendarat, di landasan yang sama akan searah pergerakannya, karena harus berlawanan dengan arah datangnya angin. Setelah pesawat B747-400 (H) lepas landas, ketika masih berada di atas Localizer, separasi minima dengan A319 (M) Air Canada hanya tinggal 2,8 nautical mile yang berarti di bawah jarak minimum yang seharusnya (5 nm).

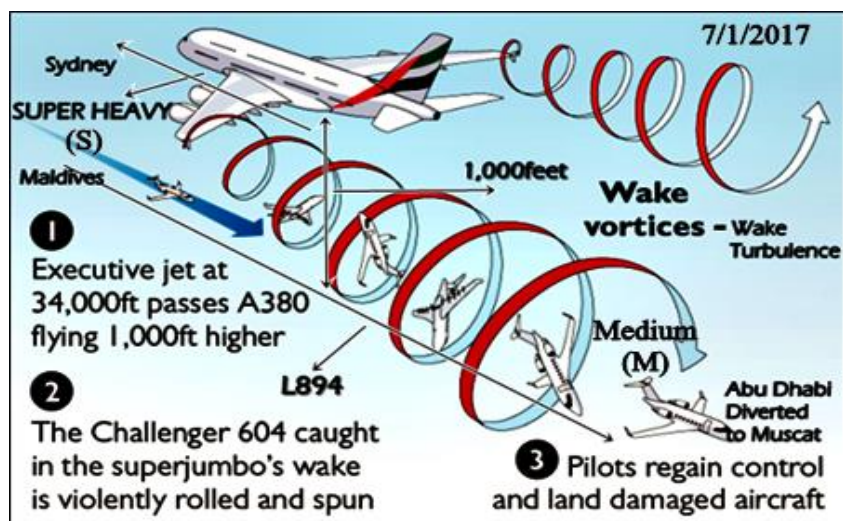
Di jarak yang sudah demikian dekatnya, semua alat peringatan dini yang dihidupkan di kedua pesawat akan berbunyi untuk mengingatkan bahwa mereka saling mendekat. Walau demikian kedua pesawat tetap melakukan pendaratan dan terus melanjutkan penerbangan dengan selamat. AC-557 mendarat di Vancouver dengan selamat dan QF-76 terus terbang menuju Melbourne tanpa ada masalah. Kejadian ini oleh TC (Transport Canada = Kementerian Perhubungan Kanada) dinyatakan sebagai sebuah incident (karena loss of separation = breakdown of separation). Pasca kejadian itu dilakukan investigasi oleh TC. Petugas dari Vancouver Tower Unit Operations Manual (UOM) dan Manual of Air Traffic Service (MATS) beserta awak kokpit kedua pesawat diinvestigasi.

Ketentuan keselamatan mengharuskan jarak antara kedua pesawat dijaga agar selalu berada di jarak selamat (lihat tabel kutipan standar ICAO tentang Distance base wake turbulence separation minima di atas). Bila pesawat yang berada di depan masuk dalam kategori lebar (misal B747 atau A380, maka pesawat yang berada di belakangnya harus berjarak selamat, dengan terlebih dahulu disesuaikan dengan tipe nya. Pesawat A319 termasuk Medium atau dan pesawat Jumbo jet Qantas termasuk Heavy. Sesuai dengan ketentuan Annex ICAO, maka jarak minimum kedua pesawat yang harus dipertahankan adalah 5.0 NM.



Mengapa separasi (minimum) mendarat kedepan dan kebawah antar pesawat diatur?, Salah satu alasannya adalah dikarenakan adanya gelombang udara turbulen (wake turbulence) yang ditimbulkan oleh pesawat yang sedang terbang di depannya. Jadi

turbulensi yang dialami ketika pesawat sedang terbang bukan hanya disebabkan oleh cuaca buruk saja, tapi juga karena adanya gelombang udara tersebut di atas. Wake turbulence terjadi karena adanya gelombang massa udara yang bergerak spiral yang terbentuk di belakang hingga di bawah pesawat

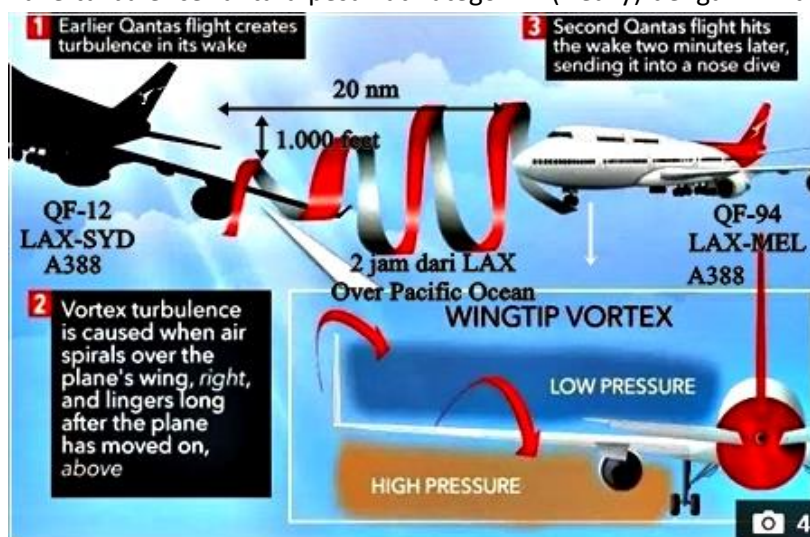


pada saat sedang terbang. Gelombang massa udara spiral (vortex, jamaknya vortices), timbul, karena massa udara bertekanan rendah dan tinggi bertemu di kedua ujung sayap pesawat (wing tips). Pertemuan massa udara itu membentuk gelombang turbulensi yang akan “terbuang” ke belakang

dan bawah pesawat yang sedang terbang, sehingga berbahaya bagi kestabilan pesawat terbang yang berada di belakang dan di bawah nya.

Gelombang massa udara itu berbentuk vortex yaitu massa udara spiral di kedua ujung sayap (wing tips). Sejatinya, vortex yang dahsyat terjadi oleh karena adanya gaya angkat yang besar (lift force) dari sistem aerodinamik, terutama di saat pesawat akan lepas landas. Gambar di atas menunjukkan bagaimana pesawat jet pribadi (private jet) jenis Challenger 604 (M) terputar, terbalik dan terjatuh dari ketinggian, akibat wake turbulence berkekuatan dahsyat dari jenis pesawat A380 (S atau H) dari maskapai Emirates. Pesawat jet bisnis berregistrasi Jerman itu, mengalami jatuh dengan akselerasi vertikal sebesar +1,6G (+1,6 x gaya gravitasi). Kecelakaan ini terjadi di ruang udara di atas Arabian Sea pada siang hari tanggal 7/1/2017. Kecelakaan itu tetap tidak terelakkan, walaupun kedua pilot pesawat itu sebelum kedua pesawatnya berpapasan sudah saling melihat dan pula penerbangan itu sudah mematuhi prosedur RVSM. Untungnya, pilot pesawat jet pribadi itu dapat mengendalikan kembali pesawat dan segera melakukan pendaratan darurat dengan selamat di Musca, Timur Tengah. Ke-9 PoB selamat namun dengan kondisi 2 orang cedera berat dan 7 orang mengalami cedera ringan. Pesawat jet pribadi itu mengalami kerusakan yang sudah tidak memiliki nilai kelaikudaraannya lagi bila diperbaiki. Tulisan selengkapnya tentang kecelakaan ini dapat dibaca di halaman utama portal ini.

Gambar berikut ini adalah infografis kejadian yang dialami oleh dua pesawat lain akibat timbulnya wake turbulence antara pesawat kategori H (Heavy) dengan H dari maskapai Qantas yang terjadi



pada 10/6/2018 di atas Samudera Pasifik. Kedua pesawat itu adalah QF-94 jenis A380 dari Los Angeles (LAX) ke Melbourne (MEL) Australia dengan QF-12 dari LAX ke SYD (Sydney). QF-94 mengalami jatuh secara tiba-tiba selama 10 detik, di saat kecepatannya berada di cruising speed, sehingga menjadikan para penumpang di dalamnya menjerit karena panik. Penyebabnya adalah, vortex

dari QF-12 yang menyebabkan QF-94 yang berada 20 nautical mile di belakang nya dan 1.000 kaki di bawah nya, "dropped" (jatuh) 300 kaki dengan tiba-tiba. Pilot QF-94 segera mengatasinya dalam waktu singkat.

Wake turbulence dari pesawat berkategori Heavy atau Super (versi FAA untuk Heavy adalah Super) akan menimbulkan gelombang turbulen yang paling kuat dibandingkan dengan yang ditimbulkan oleh pesawat jenis Medium (M) atau L (Light).

Sumber: AVH News dan FAA Wake Turbulence Separation