

## DESKRIPSI KAPAL INDUK DENGAN JENIS DEK LANDASAN TAKE OFF DAN LANDING PESAWAT TEMPUR

Endro Tri Susdarwono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pertahanan Brebes, Indonesia

Email: [saniscara99midas@gmail.com](mailto:saniscara99midas@gmail.com)

### Abstract

*An aircraft carrier is a warship that functions as an air base at sea, equipped with a full-length flight deck and facilities for carrying, arming, deploying, and recovering aircraft. The type of runway deck takes off and landing of fighter aircraft, while the type of research applied in this research is descriptive qualitative research. Data collection and analysis methods in this study apply the use of existing data. The data collected consists of various documents, books, manuscripts, mass media, websites or journals. Related to data collection, internet-based research is applied. Extracting information from various trusted sources is applied including electronic documents, reputable online journals, official websites of news agencies and government institutions. The study concluded that the flight deck of an aircraft carrier is one of the most exhilarating and dangerous working environments in the world (not to mention one of the harshest). The deck may look like a regular ground runway, but it works very differently, due to its smaller size. Aircraft operating from aircraft carriers operate in two distinct ways: conventional aircraft that roll on deck for takeoff and landing, although usually assisted by launch and capture equipment; and vertical/short takeoff and landing (V/STOL) aircraft, which are capable of using thrust vector control (TVC) to take off and recover vertically or after very short landings.*

**Keywords:** aircraft carrier, CATOBAR, STOBAR, STOVL

### Abstrak

Kapal induk adalah kapal perang yang berfungsi sebagai pangkalan udara di laut, dilengkapi dengan dek penerbangan panjang penuh dan fasilitas untuk membawa, mempersenjatai, mengerahkan, dan memulihkan pesawat. Penelitian ini mengaplikasikan pendekatan deskriptif, pendekatan yang dimaksud bertujuan untuk memberikan suatu pemaparan ataupun deskripsi kapal induk dengan jenis dek landasan proses take off dan landing pesawat tempur, sedangkan jenis penelitian yang diterapkan dalam penelitian adalah penelitian deskriptif kualitatif. Metode pengumpulan data dan analisis dalam penelitian ini menerapkan penggunaan data-data yang ada. Data dikumpulkan terdiri dari bermacam-macam dokumen, buku, naskah, media massa, website ataupun jurnal. Terkait dengan pengumpulan data, yang diterapkan adalah penelitian berbasis internet. Penggalan informasi dari bermacam sumber terpercaya diaplikasikan meliputi dokumen-dokumen elektronik, jurnal online yang bereputasi, website resmi kantor berita maupun lembaga pemerintahan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa dek penerbangan kapal induk adalah salah satu lingkungan kerja yang paling menggembirakan dan berbahaya di dunia (belum lagi salah satu yang paling keras). Dek mungkin terlihat seperti landasan pacu darat biasa, tetapi cara kerjanya sangat berbeda, karena ukurannya yang lebih kecil. Pesawat terbang yang beroperasi dari kapal induk bekerja dalam dua cara berbeda: pesawat konvensional yang berguling di geladak untuk lepas landas dan mendarat, meskipun biasanya dibantu dengan peralatan peluncuran dan penangkapan; dan pesawat lepas landas dan mendarat vertikal/pendek (V/STOL), yang mampu menggunakan kontrol vektor dorong (TVC) untuk mengudara dan pulih secara vertikal atau setelah pendaratan yang sangat singkat.

**Kata Kunci :** kapal induk, CATOBAR, STOBAR, STOVL

## 1. PENDAHULUAN

Kapal induk adalah kapal perang yang berfungsi sebagai pangkalan udara di laut, dilengkapi dengan dek penerbangan panjang penuh dan fasilitas untuk membawa, mempersenjatai, mengerahkan, dan memulihkan pesawat ("kapal induk", Kamus, Referensi). Biasanya, kapal induk merupakan kapal moda armada, karena memungkinkan kekuatan angkatan laut untuk memproyeksikan kekuatan udara di seluruh dunia

tanpa bergantung pada pangkalan lokal untuk operasi pesawat terbang. Kapal induk telah berevolusi sejak bentuk awal pada permulaan abad kedua puluh dari kapal kayu yang digunakan untuk menyebarkan balon ke kapal perang bertenaga nuklir yang membawa banyak pesawat tempur, pesawat serang, helikopter, dan jenis pesawat lainnya. Sementara pesawat yang lebih berat seperti pesawat tempur sayap tetap dan pesawat pembom telah diluncurkan dari kapal induk, saat ini tidak mungkin untuk mendaratkannya. Dengan kekuatan

diplomatik dan taktisnya, mobilitasnya, otonominya dan berbagai sarannya, kapal induk sering menjadi pusat armada tempur modern. Secara taktis atau bahkan strategis, kapal induk menggantikan kapal perang dalam peran sebagai armada. Salah satu keuntungan utamanya adalah bahwa, dengan berlayar di perairan internasional, tidak mengganggu kedaulatan teritorial apa pun dan dengan demikian meniadakan kebutuhan akan izin penerbangan dari negara pihak ketiga, mengurangi waktu dan jarak transit pesawat, dan karenanya secara signifikan meningkatkan waktu ketersediaan di zona pertempuran (Horowitz, 2010).

Sampai Oktober 2021, ada 45 kapal induk aktif di dunia yang dioperasikan oleh empat belas angkatan laut. Angkatan Laut Amerika Serikat memiliki 11 kapal induk besar bertenaga nuklir—masing-masing membawa sekitar 80 pesawat tempur—kapal induk terbesar di dunia; total ruang dek gabungan lebih dari dua kali lipat dari gabungan semua negara lain. Selain armada kapal induk, Angkatan Laut AS memiliki sembilan kapal serbu amfibi yang digunakan terutama untuk helikopter, meskipun masing-masing juga membawa hingga 20 jet tempur vertikal atau *short take-off and landing* (V/STOL) dan berukuran sama dengan pengangkut armada berukuran sedang. Inggris dan China masing-masing mengoperasikan dua kapal induk. Prancis, India, dan Rusia masing-masing mengoperasikan satu kapal induk berkapasitas 30 hingga 60 jet tempur. Italia mengoperasikan dua kapal induk armada ringan dan Spanyol mengoperasikan satu. Kapal induk helikopter dioperasikan oleh Jepang (4, dua di antaranya sedang dikonversi untuk mengoperasikan pesawat tempur V/STOL), Prancis (3), Australia (2), Mesir (2), Korea Selatan (2), Thailand (1), Brasil (1) dan Cina (1). Kapal induk masa depan sedang dibangun atau direncanakan oleh Brasil, Cina, Prancis, India, Rusia, Korea Selatan, dan AS (Jalopnik, 2018).

Pesawat berbasis kapal induk, kadang-kadang dikenal sebagai pesawat berkemampuan kapal induk atau pesawat pembawa kapal induk, adalah pesawat angkatan laut yang dirancang untuk operasi dari kapal induk. Mereka harus mampu meluncur dalam jarak pendek dan cukup kokoh untuk menahan kekuatan tiba-tiba dari peluncuran dan pemulihan di dek pitching. Selain itu, sayap

mereka umumnya dapat dilipat, memudahkan operasi di tempat yang sempit.

Kapal induk adalah pusat dari Angkatan Laut Amerika Serikat karena kemampuannya untuk mengangkut pesawat ke seluruh dunia. Komponen utama dari kapal-kapal ini adalah kemampuan mereka untuk meluncurkan dan mendaratkan jet di ruang yang begitu kecil. Tetapi dengan begitu banyak kekacauan di area yang begitu kecil, para insinyur harus merancang perangkat yang sederhana namun efektif untuk membantu mengelola prosesnya. Sistem ketapel digunakan untuk lepas landas, sedangkan lensa Fresnel dan kabel penahan digunakan untuk membantu pilot mendarat. Sistem ini telah ada selama beberapa dekade, dan meskipun teknologi akan meningkat secara drastis dalam 20 tahun ke depan, sistem masa depan akan terus didasarkan pada desain awal ini. Kapal induk telah menjadi pusat Angkatan Laut Amerika Serikat sejak Perang Dunia II meskipun fakta bahwa fungsi mereka yang paling dasar dan penting, meluncurkan dan mendaratkan jet tempur di kapal di tengah lautan, terbukti menjadi tugas yang sangat sulit. Karena ruang landasan pacu yang sangat terbatas di geladak mesin bergerak ini, para insinyur terpaksa mengembangkan sistem yang kuat untuk mempercepat dan memperlambat pesawat dalam waktu yang sangat singkat.

Misi kapal induk (CVN) adalah untuk mendukung pesawat yang melakukan serangan, peringatan dini, pengawasan, dan misi elektronik terhadap spektrum penuh target untuk mendukung pasukan gabungan dan koalisi. Untuk menyelesaikan tugas berat ini, sekitar 5.000 (4.660-5.680) personel di kapal induk harus bekerja sebagai satu tim. Personil dapat dipecah menjadi dua klasifikasi berbeda: personel Air Wing dan perusahaan kapal. Keberhasilan pengangkut dan kelompok pemogokan secara langsung dipengaruhi oleh efektivitas hubungan kerja yang erat antara kelompok-kelompok ini (US Naval Air Training Command, 2014).

Angkatan Laut saat ini menggunakan kapal induk kelas Nimitz, yang biasanya panjangnya 1.094 kaki dan memiliki ruang dek sekitar 4,5 hektar, ukuran empat lapangan sepak bola. Di bawah geladak kapal menampung hingga 80 pesawat, 6.250 orang, 2 reaktor nuklir, dan semua

perlengkapan yang dibutuhkan untuk tur yang dapat berlangsung beberapa bulan (Burgess, 2004).

Agar kapal induk dapat bertindak sebagai bandara perjalanan sejati, pilot dan awak bergantung pada tiga elemen kunci untuk meluncurkan dan mendaratkan pesawat dengan aman. Pertama, empat ketapel dikembangkan secara khusus untuk meluncurkan pesawat dengan kecepatan tinggi. Kedua, sistem pencahayaan yang dikenal sebagai lensa Fresnel, atau sistem “bakso”, memungkinkan pilot mengetahui apakah pesawat memiliki ketinggian dan posisi yang benar saat mendekati mendarat. Ketiga, empat kabel penahan dipasang untuk membawa pesawat untuk beristirahat dalam jarak kurang dari 320 kaki (US Naval Air Training Command, 2014).

Pendaratan kapal induk adalah bagian penting dari keseluruhan proses penerbangan pesawat berbasis kapal induk, dan desain teknologinya sulit karena gerakan kapal (Yang & Xu, 2018). Teknologi pendaratan kapal induk merupakan jaminan penting untuk kemampuan tempur kelompok tempur kapal induk, dan juga merupakan fokus penelitian pada mekanik dan kontrol penerbangan (Shen et al, 2003; Guo et al, 2003). Saat ini, hanya beberapa negara dengan kapal induk yang menguasai inti teknologi ini, seperti Amerika Serikat, Inggris, Prancis, dan Rusia. Dibandingkan dengan pendaratan di darat, pendaratan kapal induk secara teknis sangat sulit, karena gerakan lambung dan medan aliran udara khusus di sekitar dek penerbangan (Jia et al, 2010; Xu et al, 2011; Lu et al, 2010). Pilot harus secara akurat mengontrol lintasan dan menjaga agar pesawat berbasis kapal induk terhubung dengan lambung pada titik pendaratan yang telah ditentukan dengan kecepatan, sikap, dan posisi relatif yang sesuai

sehingga dapat menyelesaikan pendaratan penangkapan dengan aman (Wang & Qu, 2008; Zhong, 2013).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengaplikasikan pendekatan deskriptif, pendekatan yang dimaksud bertujuan untuk memberikan suatu pemaparan ataupun deskripsi kapal induk dalam proses take off dan landing pesawat tempur, sedangkan jenis penelitian yang diterapkan dalam penelitian adalah penelitian deskriptif kualitatif, yaitu menginterpretasi ataupun mendeskripsikan tentang segala yang ada dan terkait, interpretasi ini berkenaan dengan hubungan ataupun kondisi yang ada, proses suatu keadaan yang tengah berlangsung, efek atau akibat yang terjadi, pendapat yang sedang berkembang, ataupun kecenderungan yang sedang tumbuh. Metode pengumpulan data dan analisis dalam penelitian ini menerapkan penggunaan data-data yang ada. Data dikumpulkan terdiri dari bermacam-macam dokumen, buku, naskah, media massa, website ataupun jurnal. Terkait dengan pengumpulan data, yang diterapkan adalah penelitian berbasis internet. Penggalan informasi dari bermacam sumber terpercaya diaplikasikan meliputi dokumen-dokumen elektronik, jurnal online yang bereputasi, website resmi kantor berita maupun Lembaga pemerintahan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

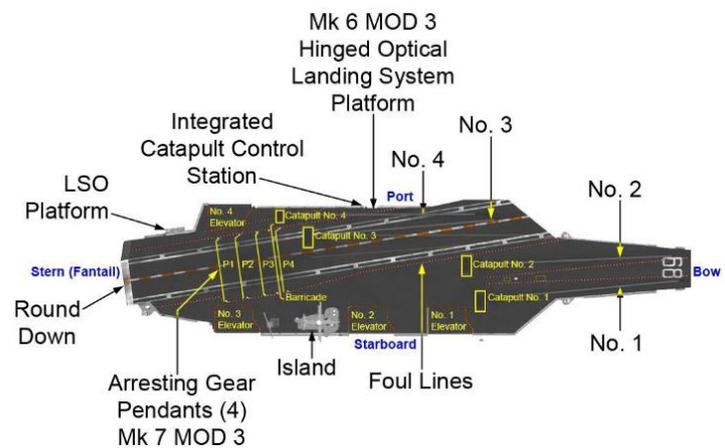
Mendarat di kapal induk biasanya dianggap oleh pilot sebagai salah satu latihan yang paling sulit, diperumit oleh kondisi visibilitas, dinamika kapal induk, dan area pendaratan yang kecil. Dalam fungsi kondisi visibilitas, beberapa pendekatan terhadap carrier digunakan (Coutard & Chaumette, 2011). Selama 100 tahun keberadaannya, penerbangan angkatan laut telah mengalami

kemajuan yang mencengangkan, tetapi masih merupakan salah satu lingkungan yang paling menuntut untuk operasi pesawat: landasan pacu yang sangat pendek dan bergerak; penerbangan di udara kasar yang dihasilkan oleh bangun suprastruktur kapal dan dari permukaan laut (Friedman, 2003; Lawrence T, 2003; Austin, 2003; Lawrence, 2005).

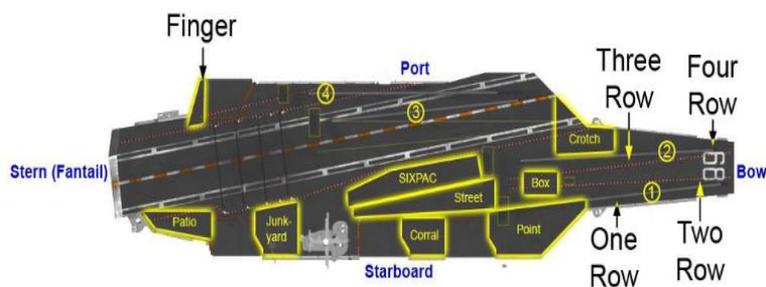
Kapal induk modern diklasifikasikan ke dalam tiga kategori: kapal yang dirancang untuk beroperasi hanya dengan pesawat vektor dorong; kapal yang dirancang untuk lepas landas pendek dan pemulihan yang ditangkap (STOVAR); dan kapal pengangkut yang dilengkapi dengan ketapel dan alat penangkap (CATOVAR). Kategori terakhir ini membutuhkan kapal yang sangat besar dan, hampir selalu, propulsi nuklir, yang berada di luar kemampuan sebagian besar negara (Hernando & Martinez, 2012; Hernando & Martinez, 2015; Polmar, 2007). Pesawat terbang yang beroperasi dari kapal induk bekerja dalam dua cara berbeda: pesawat konvensional yang berguling di geladak untuk lepas landas dan mendarat, meskipun biasanya dibantu dengan peralatan peluncuran dan penangkapan; dan pesawat lepas landas dan mendarat vertikal/pendek (V/STOL), yang mampu menggunakan kontrol vektor dorong (TVC) untuk mengudara dan dipulihkan secara vertikal atau setelah melakukan pendaratan yang sangat singkat (Kaza, 2000). Oleh karena itu, pensiunnya VTOL Harriers, yang diumumkan beberapa tahun lalu di Inggris dan AS, akan menyiratkan tantangan berat bagi banyak Angkatan Laut untuk mempertahankan kapasitas tempur mereka. Untuk Angkatan Laut dengan ukuran kapal dan peralatan selain CATOVAR, tiga solusi alternatif muncul: membeli pesawat angkatan laut yang ada, mampu lepas landas dari landasan pacu yang sangat pendek dan

dipulihkan dengan perangkat penahan; untuk merancang pesawat yang benar-benar baru; dan untuk memodifikasi pesawat berbasis darat yang ada. Solusi terakhir, jika memungkinkan, menghadirkan keuntungan yang sangat menarik dari segi waktu dan uang yang dibutuhkan.

Karena dek penerbangan adalah lingkungan yang sangat sibuk dan berbahaya, sangat penting bagi Anda untuk memiliki pemahaman yang baik tentang tata letak dasar. Tata letak umum kapal induk dan dek penerbangan digambarkan pada Gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.1 Basic Carrier Layout



Gambar 3.2 Flight Deck Layout

### 3.1 Launching From A Catapult

Pesawat biasanya membutuhkan landasan pacu yang panjang untuk mengumpulkan kecepatan yang cukup sehingga mereka dapat berhasil lepas landas. Karena panjang landasan di kapal induk hanya sekitar 300 kaki, dibandingkan dengan 2.300 kaki yang dibutuhkan pesawat biasa untuk lepas landas dari landasan, para insinyur telah menciptakan ketapel bertenaga uap di geladak kapal induk yang mampu meluncurkan pesawat dari 0 hingga 150 knot (170 mil per jam) hanya dalam 2 detik (Kaufman, 1995). Sistem lepas landas dapat dipecah menjadi dua komponen – operasi di atas tanah dan di bawah tanah.

Sistem utama yang digunakan untuk meluncurkan pesawat dari kapal induk adalah ketapel. Sistem peluncuran ketapel mempercepat pesawat dari nol menjadi 150 KIAS dalam waktu kurang dari dua detik. Setiap kapal induk dilengkapi dengan empat ketapel, bernomor satu sampai empat dari kanan ke kiri. Ketapel satu dan dua disebut sebagai "kucing busur", karena mereka terletak di haluan. Kucing tiga dan empat disebut sebagai "kucing pinggang", karena mereka terletak di sudut, atau pinggang. Kapal induk kelas NIMITZ menggunakan ketapel uap tradisional, sedangkan kapal induk kelas FORD akan dilengkapi dengan Sistem Peluncuran Pesawat Elektromagnetik (EMALS) yang lebih baru. Sistem ketapel uap terdiri dari dua silinder yang kira-kira panjangnya lapangan sepak bola. Silinder berisi piston bebas yang terhubung ke pesawat ulang-alik yang menonjol melalui slot (track cat) di dek penerbangan. Roda hidung pesawat peluncur menggerakkan pesawat ulang-alik dengan bilah peluncuran. Saat diluncurkan, uap bertekanan tinggi dimasukkan ke dalam silinder yang memaksa piston turun ke silinder dengan kecepatan

tinggi. Efeknya adalah "mengayunkan" pesawat dari dek penerbangan. Pada akhir peluncuran ketapel, rem air memperlambat piston sehingga dapat ditarik kembali untuk peluncuran berikutnya.

Sistem ketapel EMALS menggunakan penggerak motor linier sebagai pengganti piston uap. Arus listrik menghasilkan medan magnet yang mendorong kereta ke jalur kucing. Karena akselerasi bertahap, EMALS mengurangi tekanan pada badan pesawat. Pengoperasian EMALS yang unik memungkinkan kontrol kinerja peluncuran yang lebih tepat, memungkinkannya meluncurkan lebih banyak jenis pesawat (termasuk pesawat tak berawak) daripada ketapel uap tradisional. Selama operasi harian ketika pesawat diluncurkan dari beberapa ketapel, belokan pembersihan diperlukan untuk menghindari konflik keberangkatan. Saat meluncurkan dari pinggang kucing, pesawat akan melakukan belokan bersih ke kiri. Peluncuran pesawat dari kucing haluan akan melakukan belokan bersih ke kanan.

Operator modern menggunakan Integrated Catapult Control Station (ICCS). Stasiun ini, juga dikenal sebagai "gelembung", adalah titik fokus dari sistem kontrol ketapel. Dari gelembung, Perwira Ketapel (Shooter) memastikan keamanan dan ketertiban peluncuran pesawat. Selain mengawasi peluncuran, penembak bertanggung jawab untuk memeriksa jejak kucing sebelum peluncuran dan memastikan mereka diamankan untuk pemulihan. (US Naval Air Training Command, 2014).

Selama lepas landas yang melibatkan kontrol manual, langkah-langkah berikut diikuti (Sasiadek et al, 2000):

1. Flight crew deck menggerakkan pesawat pada posisinya di belakang ketapel dan

menempelkan tow bar, hold bar dan JBD (Jet Blast Deflector) pada nose gear.

2. Petugas ketapel (penembak) menyiapkan ketapel dari pod kontrol.
3. Ketapel bermuatan diluncurkan untuk mengeluarkan pesawat dari geladak.

Selama pendaratan, langkah-langkah berikut diikuti (Pachter & Houppis, 1996):

1. Kabel penahan direntangkan di dek secara manual.
2. Kontrol Lalu Lintas Udara Pembawa memantau tingkat bahan bakar di setiap pesawat yang mendekat untuk memilih pesawat yang akan segera mendarat.
3. Pesawat mengaitkan pengait ekornya di kabel penahan di sudut kanan dan mendarat dengan tiba-tiba mengikuti sinyal pendaratan.

Mendarat di kapal induk sering digambarkan sebagai tugas terberat bagi seorang pilot Angkatan Laut. Pilot harus berbaris dengan landasan dengan benar, masuk pada sudut yang benar, dan menghentikan pesawat dalam jarak pendek untuk pendaratan yang sukses. Bagi banyak orang ini akan menjadi tugas yang menakutkan, tetapi untungnya para insinyur telah merancang dua sistem untuk membantu menyelesaikan tugas-tugas ini – lensa Fresnel dan kabel penahan.

Selama proses ketapel dan lepas landas dari pesawat berbasis kapal induk, tekel ketapel terhubung ke pilar roda pendarat depan melalui batang ketapel, dan batang penahan terhubung ke lengan antitorsi roda pendarat depan melalui mekanisme penguncian. Pada tahap awal pelontaran, di bawah aksi dorong mesin pesawat, roda pendarat dan batang penahan dikencangkan; setelah ketapel dimulai, gaya tarik batang penahan meningkat dengan meningkatnya gaya ketapel.

Ketika gaya penegang dari batang penahan mencapai ambang pembukaan mekanisme penguncian, batang penahan dipisahkan dari roda gigi hidung, dan peralatan ketapel menyeret roda pendaratan hidung pesawat untuk meluncur ke depan. Ketika troli ketapel mencapai akhir langkah ketapelnya, batang ketapel terpisah dari troli ketapel, dan pesawat terus berakselerasi dan berguling untuk lepas landas di bawah dorongan mesin (Chen et al, 2021).

### 3.2 Catapult-assisted take-off but arrested recovery

CATOBAR adalah sistem yang digunakan untuk peluncuran dan pemulihan pesawat dari dek kapal induk. Di bawah teknik ini, pesawat diluncurkan menggunakan lepas landas dengan bantuan ketapel dan mendarat di kapal menggunakan kabel penahan. Meskipun sistem ini lebih mahal daripada metode alternatif, ini memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam operasi kapal induk, karena memungkinkan pesawat untuk beroperasi dengan muatan yang lebih tinggi. Kapal dengan CATOBAR saat ini termasuk kelas Nimitz AS, kelas Gerald R. Ford AS, dan Charles de Gaulle dari Prancis.

Penggunaan ketapel memungkinkan sebuah kapal induk untuk meluncurkan pesawat besar bersayap tetap. Misalnya, Angkatan Laut AS meluncurkan pesawat E-2 Hawkeye AEW dan pesawat kargo C-2A Greyhound dengan ketapel.

### 3.3 Lepas landas pendek dan pendaratan vertikal

Pesawat short take-off and vertical landing (STOVL), sistem penanganan otomatis dan robotika memberikan tantangan dan peluang baru pada bentuk dasar dan fungsi kapal induk (Calvano, 2000). Lepas landas STOVL dilakukan dengan "lompatan ski", bukan dengan ketapel. Penggunaan STOVL biasanya memungkinkan

pesawat untuk membawa muatan yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan VTOL, sambil menghindari kerumitan ketapel. Contoh yang paling terkenal adalah Hawker Siddeley Harrier Jump Jet, meskipun mampu lepas landas VTOL, biasanya dioperasikan sebagai pesawat STOVL untuk meningkatkan beban bahan bakar dan senjatanya.

MNS menyerukan agar sayap udara dasar sepenuhnya mampu STOVL sementara kapal masih mempertahankan kemampuan untuk pendaratan darurat dan meluncurkan pesawat CTOL dari kapal induk lama. Hal ini memungkinkan kita untuk memeriksa eliminasi ketapel dan sistem gigi penahan. Pesawat STOVL yang diberangkatkan seharusnya tidak menimbulkan masalah dengan menghilangkan ketapel. Satu-satunya masalah yang tersisa adalah apakah kemampuan peluncuran CTOL darurat dapat dicapai tanpa ketapel. Dalam Studi Kapal Induk Masa Depan yang dilakukan oleh Naval Air Engineering Center menunjukkan bahwa F/A -18 yang menggunakan ramp 6 derajat dapat lepas landas dengan berat maksimum hanya dengan roll out 400 kaki. Dengan asumsi ini sebagai peluncuran kebutuhan terburuk kami, ini menunjukkan bahwa menghilangkan ketapel memang layak. Berkenaan dengan alat tangkap, tidak ada alternatif yang diketahui untuk menjebak beberapa pesawat CTOL bahkan dalam frekuensi yang jarang. Dengan demikian, peralatan penangkap harus dipertahankan (McMullen, 1996).

#### 3.4 Lepas landas singkat tetapi pemulihan terhenti

STOBAR adalah sistem yang digunakan untuk peluncuran dan pemulihan pesawat dari dek kapal induk, menggabungkan elemen STOVL dan

CATOBAR. Peluncuran pesawat di bawah kekuatan mereka sendiri menggunakan lompat ski untuk membantu lepas landas (daripada menggunakan ketapel). Namun ini adalah pesawat konvensional dan memerlukan kabel penahan untuk mendarat di kapal. Kapal induk kelas Kuznetsov milik Angkatan Laut Rusia dan Angkatan Laut Tentara Pembebasan Rakyat mengoperasikan Su-33 (Rusia) dan J-15 (Cina) sebagai pesawat STOBAR. Lainnya termasuk Vikramaditya India dan Vikrant masa depan; keduanya akan mengoperasikan MiG-29Ks.

#### 4. KESIMPULAN

Dek penerbangan kapal induk adalah salah satu lingkungan kerja yang paling menggembirakan dan berbahaya di dunia (belum lagi salah satu yang paling keras). Dek mungkin terlihat seperti landasan pacu darat biasa, tetapi cara kerjanya sangat berbeda, karena ukurannya yang lebih kecil. Ketika kru dalam ayunan penuh, pesawat mendarat dan lepas landas dengan kecepatan tinggi di ruang terbatas. Satu saat ceroboh, dan mesin jet tempur bisa menyedot seseorang atau meledakkan seseorang dari tepi dek ke laut. Tapi sama berbahayanya dengan dek penerbangan bagi awak dek, mereka memilikinya cukup mudah dibandingkan dengan pilot. Dek penerbangan hampir tidak cukup panjang bagi kebanyakan pesawat militer untuk melakukan pendaratan atau lepas landas biasa, jadi mereka harus keluar dan masuk dengan bantuan mesin yang luar biasa.

Pesawat terbang yang beroperasi dari kapal induk bekerja dalam dua cara berbeda: pesawat konvensional yang berguling di geladak untuk lepas landas dan mendarat, meskipun biasanya dibantu dengan peralatan peluncuran dan penangkapan; dan pesawat lepas landas dan

mendarat vertikal/pendek (V/STOL), yang mampu menggunakan kontrol vektor dorong (TVC) untuk mengudara dan pulih secara vertikal atau setelah pendaratan yang sangat singkat. Terlepas dari kemampuan manuver vertikalnya, pesawat-pesawat terakhir ini biasanya melakukan lepas landas pendek dan pendaratan vertikal, untuk menghemat bahan bakar dan untuk optimalisasi muatan. Oleh karena itu, dimungkinkan untuk menetapkan diferensiasi pertama dari pembawa antara yang konvensional dan V/STOVL. Istilah konvensional yang digunakan di sini tidak boleh dikacaukan dengan propulsi non-nuklir, karena mengacu pada jenis pesawat yang beroperasi dan bukan pembangkit listrik kapal. Untuk lepas landas, pesawat konvensional dibantu dengan ketapel uap (perangkat elektromagnetik akan siap di tahun-tahun mendatang) atau berguling di atas geladak dengan lengkungan ke atas (lompatan ski) di ujung geladak, untuk memudahkan manuver lepas landas. Tergantung pada peralatan yang digunakan untuk membantu pesawat dalam manuver lepas landas dan pemulihan (pendaratan), pengangkut diklasifikasikan ke dalam berbagai kategori, pengangkut yang dirancang untuk beroperasi hanya dengan pesawat TVC; kapal dek miring dengan pemulihan penangkapan (STOVAR); dan kapal yang masing-masing dilengkapi dengan ketapel dan alat penangkap untuk lepas landas dan pemulihan (CATOVAR). Dua kategori tambahan, baik dengan geladak kontinu dan perangkat penahan, dengan atau tanpa ketapel untuk lepas landas, tidak lagi digunakan. Kategori CATOVAR membutuhkan kapal berukuran besar. Faktanya Angkatan Laut AS saat ini membatasi istilah "kapal pengangkut" untuk kapal CATOVAR. Semua kapal induk lain yang lebih kecil dianggap sebagai kapal serbu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Calvano, C.N. (2000). A short take-off/vertical landing (STOVL) aircraft carrier (S-CVX). Monterey: NPS.
- Chen, H.; Fang, X.; Nie, H. Analisis Peluncuran Catapult Pesawat Berbasis Kapal Induk Berdasarkan Dinamika Topologi Variabel. *Appl. Sci.* 2021, 1-11, 9037. <https://doi.org/10.3390/app11199037>.
- Chen, H.; Fang, X.; Nie, H. (2021). Analysis of Carrier-Based Aircraft Catapult Launching Based on Variable Topology Dynamics. *Appl. Sci.*, 1-11, 9037. <https://doi.org/10.3390/app11199037>.
- Friedman, N. (1983). US aircraft carrier: an illustrated design history. Annapolis, MD, USA, Naval Institute Press.
- Guo, S. F., Shen, G. Z., Wu, C. F. (2003). Advanced flight control system. Beijing : National Defense Industry Press, 201-224.
- Hernando, J.L., & Martinez, V.R. (2012). Carrier suitability of land-based aircraft. Paper 167 28th ICAS Congress, Brisbane, Australia, 23-28 September.
- Hernando, J.L., & Martinez-Val, R. (2015). Preliminary suitability analysis of carrier approach guidance and recovery of land-based aircraft. *Proc IMechE Part G*. 230: 906-920.
- Horowitz, M.C. (2010). The Diffusion of Military Power. Princeton University Press.
- Jia, X. Q., Lin, P., Wang, M. W. (2010). Study on disturbance of board movement in process of carrier aircraft's landing and its compensation. *Aeronautical Computing Technique*, 40 (1) , 114-118.
- John J. McMullen Associates, Inc., CVN 76 Workload Analysis and CVX Baseline Analysis Initial Manning Estimate, October 1996. Calvano, Charles Natale Monterey, California. Naval Postgraduate School
- Kaufman, Y. (1995). City at Sea. Annapolis: Naval Institute Press, pp. 54-66.
- Kaza, D. (2000). Thrust vectoring nozzle for modern military aircraft. In NATO R&T Organization symposium on active control technology for enhanced performance operational capabilities of military aircraft, land vehicles and sea vehicles, Braunschweig (Germany), Paper no. RTO-MP-051, pp.11.1--11.10.
- L. Coutard and F. Chaumette. (2011). "Visual detection and 3d model-based tracking for landing on aircraft carrier," in IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, ICRA'11, Shanghai, China, May 2011.
- Lawrence, T. (2003). Milestones and developments in US naval carrier aviation. AIAA atmospheric flight mechanics conference, Austin, TX, AIAA paper 2003-5543.
- Lawrence, T. (2005). Milestones and developments in US naval carrier aviation-Part II. AIAA

- atmospheric flight mechanics conference, San Francisco, CA, AIAA paper 2005-6120.
- Lu, C., Jiang, Z. F., Wang, T. (2010). Simplified evaluation of ship airwake characteristics for takeoff/landing of shipborne aircraft. Chinese Journal of Ship Research, 5 (1), 39-42.
- Naval Air Training Command. (2014). Flight Training Instruction. Texas: Nas Corpus Christi.
- Pachter, M., C.H. Houpis. (1996). Flight Control of Piloted Aircraft, In: The Control Handbook, W. Levine (Ed.), CRC Press, Chapter 75.1, pp. 1287-1303.
- Polmar, N. (2007). Aircraft carriers: a history of carrier aviation and its influence on world events. Potomac Books, Inc. Garden City, NY, USA.
- R. R. Burgess. (2004). "General Atomics to Build New Carrier Aircraft Catapults." Sea Power. [On-line]. pp. 46. Available: Proquest: <http://www.proquest.com/>.
- R. R. Burgess. (1996). The Naval Aviation Guide." Annapolis, Maryland: US Naval Institute Press.
- Sasiadek J., Q. Wang, R. Johnson, L. Sun, J. Zalewski. (2000). UAV Navigation Based on Parallel Extended Kalman Filter, Proc. AIAA Guidance, Navigation and Control Conference, Denver, Colorado, August 14-17, 2000, Paper AIAA-2000-4165.
- Shen A Y, Shen X R, Li Y B. (2003). Automatic flight control system. Beijing : National Defend Industry Press, 48-64
- The United States Navy. "The Aircraft Carrier." Internet: <http://www.navy.mil/navydata/ships/carriers/carriers.asp>.
- Wang, Y. G., Qu, X. J. (2008). Modeling and simulation of carrier approach and landing. Journal of System Simulation, 20 (24), 6592-6594.
- Xu, D.S., Liu, X.Y., Wang, L. X. (2011). Influence of carrier motion on landing safety for carrier-based airplanes. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 37 (3), 289-294.
- Yang, L., & Xu, D. (2018). Aircraft carrier landing process simulation based on extremely short-term prediction of ship motion. Chinese Journal of Ship Research, 13(4), 66-90.
- Zhong, T. (2013). Analysis of the approach power compensator system with carrier air wake. Chinese Journal of Ship Research, 8(3), 6-11.