

PEMANFATAN TEKNOLOGI KOMUNIKASI, NAVIGASI, DAN PENGAWASAN DALAM PENINGKATAN KESELAMATAN DAN EFISIENSI PENERBANGAN

Ananta Widjaja

Wikan Global Engineering

Email : ananta.wijaya@wikan-global.com

ABSTRACT

Technological developments should be used to improve the living standards of people and their environment. Similarly, the use of technology in the field of aviation world. Communication, Navigation, Surveillance technology or better known as CNS becomes an important factor in providing safe and convenient air transportation. This paper describes the challenges in applying the CNS technology to the territory of Indonesia. The result of this study reveals that the mastery of satellite-based technology becomes absolute where in the future the development of Communications, Navigation and Supervision (CNS) applications will rely on satellite systems due to the ability of its lap and the capacity and speed of its large and fast data transmission, in creating a more aviation Indonesia safe and efficient. The active role of government and related institutions in planning the Air Traffic Management roadmap is crucial to achieving this target.

Keyword : communication technology, navigation, aircraft safety and efficiency

ABSTRAK

Perkembangan teknologi seyogyanya digunakan guna meningkatkan taraf hidup manusia dan lingkungannya. Demikian pula pemanfaatan teknologi pada dunia penerbangan. Teknologi komunikasi, navigasi dan pengawasan (*Communication, Navigation, Surveillance*) atau yang lebih dikenal dengan istilah *CNS* menjadi faktor penting dalam menyediakan transportasi udara yang aman dan nyaman. Tulisan ini menjelaskan tantangan dalam mengaplikasikan teknologi *CNS* dimaksud untuk wilayah Indonesia. Hasil dari kajian ini mengungkap bahwa penguasaan teknologi berbasis satelit menjadi mutlak dimana kedepannya perkembangan aplikasi *Komunikasi, Navigasi dan Pengawasan (CNS)* akan mengandalkan sistem satelit dikarenakan kemampuan jangkauan dan kapasitas serta kecepatan transmisi data nya yang besar dan cepat, dalam menciptakan dunia penerbangan Indonesia yang lebih aman dan efisien. Peran aktif pemerintah dan lembaga terkait dalam merencanakan roadmap *Air Traffic Management* sangat menentukan keberhasilan mencapai target ini.

Kata Kunci : teknologi komunikasi, navigasi, keselamatan dan efisiensi penerbangan

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi seyogyanya digunakan guna meningkatkan taraf hidup manusia dan lingkungannya. Demikian pula pemanfaatan teknologi pada dunia penerbangan. Dunia penerbangan saat ini sudah berhasil merapatkan jarak dunia dengan sangat signifikan dan mengantarkan jutaan manusia berpindah tempat setiap harinya secara cepat dan relatif murah. Semua ini tidak terlepas dari majunya perkembangan teknologi pesawat terbang yang membuat penerbangan menjadi makin cepat, nyaman, aman dan kapasitas yang besar.

Teknologi mesin propulsi terkini berhasil mengurangi limbah karbon di udara secara significant dengan menghasilkan mesin propulsi yang irit bahan bakar dengan tenaga yang lebih besar. Teknologi material menghasilkan struktur pesawat yang lebih ringan namun lebih kuat. Teknologi komunikasi memungkinkan awak pesawat berkomunikasi dengan ground atau dengan sesama pesawat secara kontinu dengan kualitas yang jernih untuk suara dan *real time* untuk data. Teknologi navigasi memungkinkan lebih banyaknya pesawat dalam satu ruang udara (*airspace*) yang berdampak pada peningkatan utilisasi pesawat dan kapasitas secara signifikan. Teknologi pengawasan selain memungkinkan penambahan kapasitas ruang udara juga berperan dalam mencegah terjadinya bahaya kecelakaan di udara.

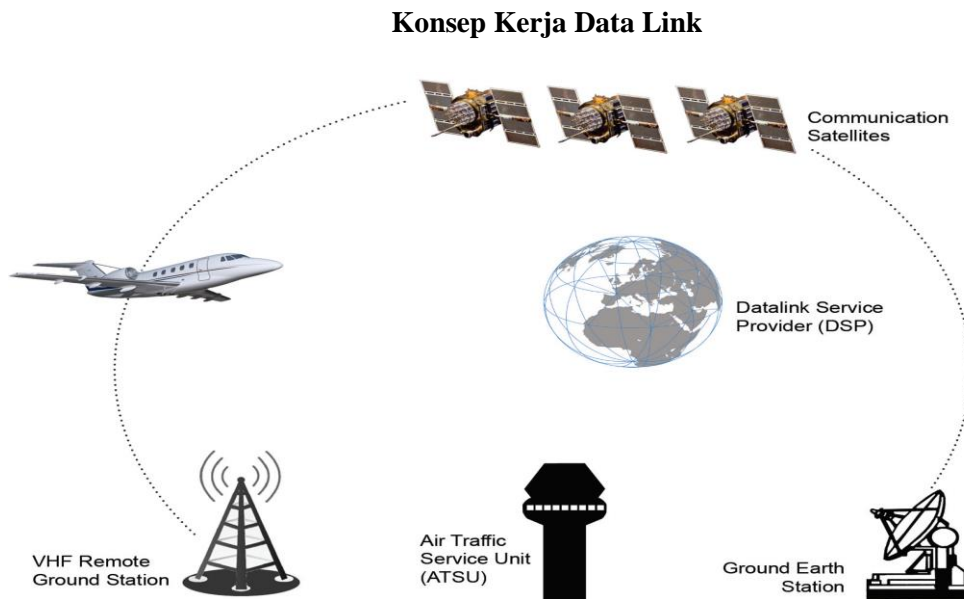
Khusus pada pemanfaatan teknologi komunikasi, navigasi dan pengawasan pesawat tidak terlepas dari kesiapan infrastruktur yang ada juga dengan sumber daya manusia terlatih yang tersedia. Indonesia yang terdiri dari gugusan kepulauan membuat moda transportasi udara menjadi suatu keharusan dalam menghubungkan kegiatan sosial ekonomi antar daerah. Banyaknya pegunungan terpencil dan bentangan laut yang luas menjadikan navigasi, komunikasi, navigasi dan pengawasan (*Communication, Navigation, Surveillance*) atau yang lebih dikenal dengan istilah *CNS* menjadi faktor penting dalam menyediakan transportasi udara yang aman

dan nyaman. Untuk itu diperlukan suatu perencanaan matang oleh pemerintah melalui lembaga terkait agar tujuan implementasi teknologi ini dapat secara signifikan dimanfaatkan guna menunjang peningkatan kapasitas pemakaian ruang udara yang aman, nyaman dan efisien.

2. LATAR BELAKANG

2.1. Komunikasi (*Communication*)

Teknologi komunikasi memungkinkan komunikasi langsung antara pilot dengan Air Traffic Controller (ATC) atau ground station lainnya dengan menggunakan teknologi **Data link**. Transmisi data ini dapat menggunakan teknologi radio High Frequency (HF), Very High Frequency (VHF) atau radio satelit (**Sattelite communication -Satcom**) ini memungkinkan transmisi secara digital untuk pesan singkat antara pesawat dengan ground station.



Gambar 1. Data Link System (UASC, 2013)

Data link menggunakan konsep pengiriman data secara digital dari pesawat ke ground station dan sebaliknya dengan memanfaatkan jaringan airband radio bisa berupa HF, VHF atau Satcomm. Komponen utama dari data link yaitu :

- a. Pesawat :
 - 1) Radio data transmitter
 - 2) Communication Management Unit
 - 3) Antenna
- b. Ground Station
- c. Datalink Provider : di dunia umumnya SITA dan ARINC; AVICOM (khusus area Jepang) dan DATACOM (khusus area Brasil)

ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System)

ACARS merupakan bentuk sistem transmisi data secara digital pertama antara pesawat dengan ground station dengan menggunakan konsep **datalink**. Dimulai pada tahun 1978, Teledyne sebagai manufaktur avionic bekerjasama dengan ARINC sebagai datalink provider memasang alat pada pesawat Piedmont airlines. Data yang dikirimkan berupa pesan pendek mengenai fase penerbangan, seperti brake release, door close, wheel off, dan wheel on. Saat ini pemakaian ACARS sudah berkembang pesat diimbangi dengan perubahan sistem transmisi ARINC syetem dan data bus yang memungkinkan tranmisi data dalam jumlah besar.

Berdasarkan keperluan isi pesan (**messages**) maka ACARS dapat dibagi menjadi :

- a. Air Traffic Control (ATC)
- b. Aeronautical Operational Control (AOC)
- c. Airline Administrative Control (AAC)

ATC messages

- a. Permintaan clearances
- b. Pengeluaran ijin clearance berikut instruksinya
- c. Pre-Departure,
- d. Datalink ATIS and
- e. en route Oceanic Clearances.

AOC and AAC messages umumnya berupa percakapan antara pesawat dengan ruang kontrol operasi airline :

- a. mengirim ke pesawat final load and trim sheets;
- b. mengirim of weather or NOTAM information;
- c. menerima status, position, eta, dari pesawat (**movement messages**)
- d. menerima observasi cuaca dari sensor pesawat;
- e. menerima status kondisi teknis pesawat khususnya bila terjadi kondisi abnormal tau kerusakan selama penerbangan.
- f. menerima permintaan pelayanan khusus penumpang seperti kursi roda.
- g. menerima permintaan jumlah Catering untuk penerbangan berikutnya
- h. pengetikan pesan bebas (free text)

Pengelolaan pesan melalui ACARS yang diterima secara *real time* memungkinkan airline mempersiapkan penerbangan berikutnya dengan lebih baik, seperti dalam penanganan kerusakan pesawat, antisipasi cuaca dan juga permintaan khusus penumpang sehingga segala bentuk keterlambatan dapat di cegah atau disiasati. Airbus telah melengkapi operatornya dengan aplikasi *Airman* dimana semua data fault pesawat dimungkinkan untuk di track secara real time dari ground dan dihubungkan dengan **Trouble Shooting Manual, Illustrated Parts Catalog dan Technical Manual** lainnya. Hal ini memungkinkan **Aircraft Engineer** untuk mengantisipasi perbaikan dan permintaan spare part sebelum pesawatnya mendarat. ACARS juga dapat dimanfaatkan sebagai aircraft tracking sebagaimana ATC transponder, *hanya hingga kini ACARS belum dinyatakan mandatory di belahan dunia manapun.*

Controller Pilot DataLink Communications (CPDLC)

CPDLC adalah suatu metode dimana ATC dapat berkomunikasi dengan pilot melalui datalink system menggunakan *pre-defined text* dan *free text* yang meningkatkan keakuratan data yang dikirim dibandingkan komunikasi dengan suara . Pesan yang diterima juga dapat di print out dengan airborne computer yang terpasang. Ada sekitar 180 *pre define message* yang terpasang dalam system CPDLC.

Keuntungan dari pemakaian CPDLC :

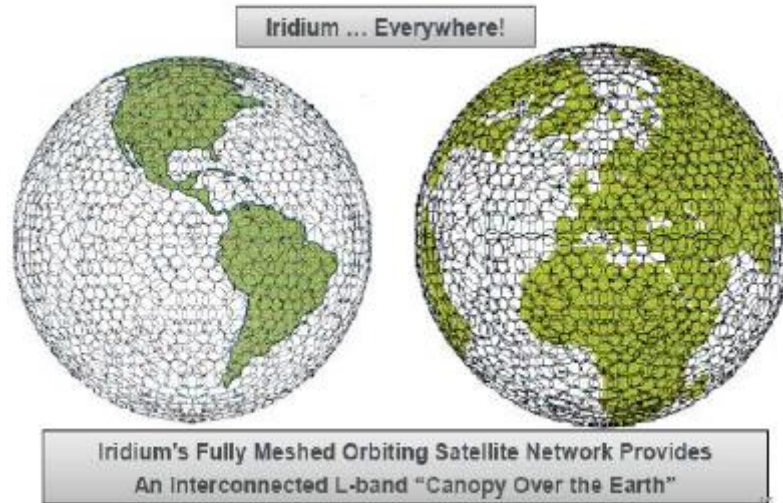
- a. Mengurangi waktu transmisi
- b. Menekan kemungkinan communicatin error akibat kejernihan kualitas suara dan bahasa
- c. Menekan kemungkinan kesalahan ATC dalam merespon pesan dari pesawat lain
- d. Mengurangi kelelahan pilot dalam memonitor percakapan radio
- e. Dapat mengkasas pesan-pesan sebelumnya, tidak perlu mengingat pesan terdahulu.
- f. Pengubahan data otomatis untuk rute dari FMS (**Flight Managemet System**)

Sattelite Communication (Satcom)

Satcom merupakan salah satu metode komunikasi yang menggunakan jaringan satelit untuk mengirimkan voice atau data baik antar pesawat maupun ke ground. Jaringan ini dibangun melalui konstelasi bebarapa **Low Earth Orbit Sattelite** dimana pemain besarnya adalah **Inmarsat** dan **Irridium**.

Satcom memiliki banyak keunggulan dibandingkan VHF radio dan HF radio seperti berikut :

- a. Cakupan jangkauan hampir seluruh permukaan bumi kecuali daerah extrem sekitar polar.
 - b. Mampu menjangkau posisi yang sangat jauh
 - c. Kualitas suara yang jernih
 - d. Kapasitas data transfer yang sangat besar dan cepat
 - e. Tingkat keandalan transmisi data yang lebih tinggi
- Dibalik keunggulan tersebut sayangnya biaya pemakaian masih relatif mahal, namun angka ini cenderung turun terus dari tahun ke tahun dikarenakan jumlah pemakai yang terus meningkat tajam.



Gambar 2. Cakupan Jangkauan Iridium Sattelite (Rockwell Collins,2017)

Satcom dapat digunakan untuk aplikasi :

- a. ACARS Messaging
- b. FANS-1/A CPDLC & ADS-C
- c. Global ATS & AOC Voice
- d. Telephony dan Audio Services 2 and 4-Wire Audio Circuit
- e. Flight Following

Komponen yang dibutuhkan pada pesawat untuk menjalankan Satcom:

- a. Sattelite Transceiver
- b. Configuration Storage Module
- c. Antenna Module

Tingkat keandalan sistem komunikasi sendiri diukur dengan *Required Communication Performance (RCP)*. RCP dijadikan standar persyaratan suatu sistem komunikasi yang akan dipakai pada pengelolaan *Air Traffic Management*. Persyaratan ini digambarkan dalam RCP type atau label, sebagai contoh **RCP 240** mengharuskan sistem komunikasi dapat beroperasi sebagai berikut :

- a. 0.999 capaian *minimum availability* untuk tingkat keselamatan operasional (*operational safety*)
- b. 0.9999 capaian *minimum availability* untuk tingkat efisiensi operasional (*operational efficiency*)
- c. Pesan data harus dapat diantarkan dalam 100s (95%) dan 120s (99%) di jangkauan *networks provider*

2.2. Navigasi (Navigation)

Future Air Navigation System (FANS)

Guna memungkinkan sebuah pesawat udara menerbangi samudra lepas atau daerah terpencil dengan aman dan termonitor, diperlukan suatu metode komunikasi utk mengelola pesawat yang tidak tertangkap dengan radar biasa untuk jangka waktu yang cukup lama. Selama beberapa dekade, satu-satunya alat komunikasi di ruang udara daerah terpencil / samudra lepas adalah sistem radio *High Frequency (HF)* yang memanfaatkan ruang atmosfer untuk memantulkan transmisi ke penerima. Pilot melaporkan posisi mereka ke operator radio yang pada gilirannya akan meneruskan laporan posisi pesawat melalui saluran telepon ke ATC terdekat. Radio HF memiliki jangkauan yang sangat jauh namun masalah tingkat kebisingan atau kejernihan suara akibat kondisi atmosfer dan ditambah hambatan bahasa terutama jika pilot dan ATC operator memiliki bahasa ibu yang berbeda dapat menurunkan kualitas komunikasi atau bahkan menciptakan *communication error*.

FANS bertujuan untuk peningkatan kualitas komunikasi HF Radio dengan menggunakan komunikasi data link melalui satelit sebagai penggantinya. Sistem *ACARS* diatas digunakan pada tahap awal pemanfaatan FANS. Sejarah perkembangan sistem komunikasi dan navigasi udara unggulan dimulai dengan diperkenalkannya konsep FANS-1/A pada tahun 1983 dengan dibentuknya Special Comittee FANS oleh *International Civil Aviation Organization (ICAO)* yang didesak oleh makin menuanya infrastruktur yang ada saat itu dan juga meningkatnya kepadatan lalu lintas (*air traffic*) di udara. Komite ini ditugaskan untuk

mengidentifikasi teknologi baru untuk pengembangan komunikasi dan pengawasan (*surveillance*) di masa depan yang akan membantu pengelolaan lalu lintas udara di bawah infrastruktur FANS.

Laporan mengenai FANS sendiri diterbitkan pada tahun 1988, yang meletakkan dasar bagi strategi masa depan industri untuk konsep CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management). Berangkat dari sini dilakukan pengembangan standarisasi teknis yang dibutuhkan untuk mewujudkan konsep FANS. Boeing merupakan manufaktur pesawat udara yang pertama kali memanfaatkan FANS di tahun 1990 melalui pesawat B747-400 yg dikenal dg FANS-1 dan dilaporkan berhasil melakukan penghematan biaya dikarenakan adanya kemudahan melakukan pemilihan rute terbang di atas samudra lepas yang pada akhirnya akan menghemat bahan bakar. Saat ini teknologi ini dikenal dengan *FANS-1/A*. FANS -1/A menggunakan *automatic position reporting* dan *Controller Pilot Data Link Communications (CPDLC)* untuk komunikasi langsung dengan ATC melalui VHF Datalink atau SatCom (jaringan Inmarsat atau Iridium) sebagai pengganti ACARS.

FANS saat ini banyak digunakan di ruang udara *North Atlantic* yang menjadi mandatori sejak tahun 2013. Berlaku pada *Flight level (FL) 360- FL390*. Kedepannya di tahun 2020 direncanakan berlaku mulai dari FL290. Operator yang tidak menggunakan FANS-1/A tidak diijinkan untuk terbang di ruang udara tersebut yang akan mengakibatkan penambahan waktu terbang dan jarak yang berakibat pada kenaikan biaya penerbangan. Keuntungan FANS :

a. Mengurangi tingkat separasi antar pesawat udara

1) Kesalahan dalam navigasi dan potensi kesalahan dalam komunikasi antar awak pesawat dengan

2) ATC adalah yang menjadi dasar pertimbangan pemisahan ruang udara yg memadai (separasi) antar pesawat udara.

3) Dengan FANS melalui data satelit dapat mentransmisikan laporan Automatic Surveillance yang berisi posisi aktual dan informasi yg diinginkan pada interval waktu tertentu secara otomatis. Laporan posisi didasarkan pada keakuratan GPS dalam penginderaan posisi pesawat secara real time.

b. Data link communication

Data link melalui sistem satelit secara signifikan meningkatkan kejelasan komunikasi antara pilot dan ATC, sehingga secara keseluruhan meningkatkan keselamatan penerbangan dengan mengurangi peluang terjadinya *communication error*. Komunikasi berbasis satelit juga dapat mempercepat respons untuk pesawat terbang saat meminta permintaan perubahan rencana penerbangan (*flight plan*) ke titik ketinggian yang optimum guna mengurangi pemakaian bahan bakar.

c. Tidak kehilangan ketinggian (*altitude loss*) saat mendekati persimpangan jalur (*crossing track*)

Untuk menghindari potensi konflik, pesawat terbang yang mendekati persimpangan jalur (*crossing track*) harus dipisahkan oleh ketinggian dari lalu lintas udara lainnya, akibatnya, salah satu dari pesawat tersebut akan dipaksa beroperasi sejauh 4000 kaki di bawah ketinggian optimal. Namun, jika ATC memiliki data pengawasan (*surveillance*) tepat waktu, termasuk kemampuan menghitung proyeksinya, dan pesawat tersebut juga mampu mengendalikan kecepatannya sehingga dapat mencapai titik persimpangan jalur pada waktu tertentu, maka pemisahan ketinggian tidak selalu diperlukan.

d. Tambahan pilihan rute

Dengan komunikasi langsung antara pesawat dan ATC melalui data maka separasi antar pesawat dapat dikurangi yang tentunya kan membuat lebih banyak ruang udara yang bisa menjadi pilihan rute alternatif khususnya saat melintas di lepas samudra.

FANS-1/A saat ini belum menjadi mandatori di Indonesia.

Tingkat akurasi Navigasi sendiri diukur dengan *Required Navigation Performance (RNP)*. RNP merupakan parameter yang menggambarkan deviasi lateral yang diijinkan dalam track penerbangannya yang diekspresikan dalam nautical miles. Sebagai contoh *RNP-10*, menuntut *Total System error* tidak melebihi 10 nm selama 95% dari waktu terbang dalam satu kali penerbangan. RNP dapat diukur sejak take off dan landing dengan setiap fase penerbangan mensyaratkan RNP yang berbeda.

2.3. Pengawasan (*Surveillance*)

Automatic Dependent Surveillance (ADS)

ADS merupakan aplikasi pengamatan yang secara periodik mengirim parameter pesawat seperti : identitas pesawat, pressure altitude, dan posisi pesawat yang dapat diterima oleh semua receiver baik yang bersifat airborne atau ground based selama dalam jangkauan transmitter. Konsep ADS ini memungkinkan kita untuk melakukan tracking dari suatu penerbangan pesawat selama transponder tersebut tidak dimatikan.

ADS menggantikan teknologi radar dengan memanfaatkan satelit dimana jika radar bergantung pada sinyal radio dan antenna sebagai penentu posisi pesawat sementara ADS menggunakan sinyal satelit untuk melacak pergerakan pesawat. Komponen dasar ADS yang terpasang pada pesawat terdiri dari :

- a. ATC Transponder dg Enhanced Surveillance capability
- b. GNSS/GPS/MMR
- c. Antenna

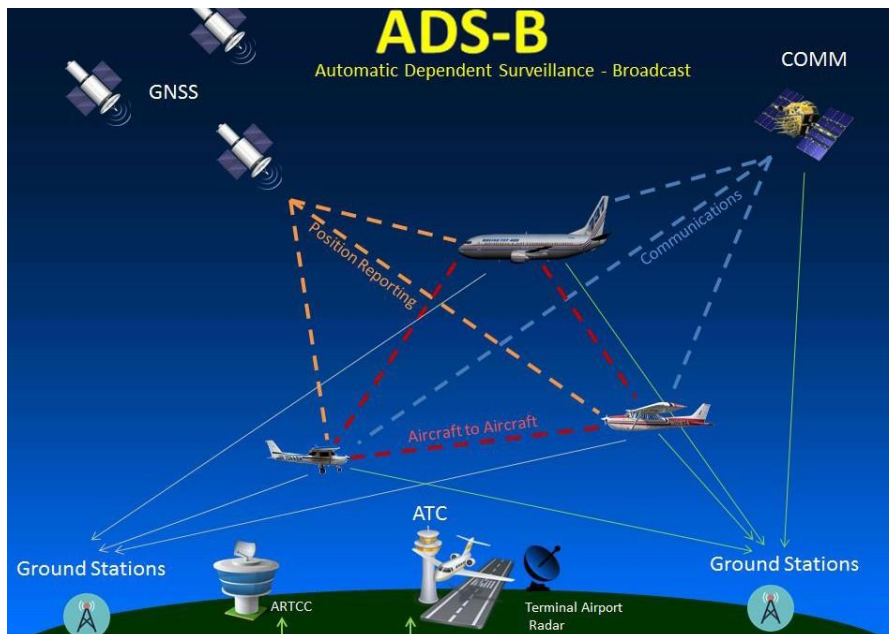
Automatic Dependent Surveillance – Contract (ADS-C)

Automatic Dependent Surveillance-Contract (ADS-C) melaporkan parameter pesawat melalui datalink system hanya kepada pihak pemegang kontrak (***contracted party***) seperti ATC dan Operation Control Centre dari airline tersebut. Data dapat dikirim secara :

- a. ***periodic*** : data dikirim sesuai interval waktu tertentu
- b. ***on demand*** : data hanya dikirim saat diminta
- c. ***on event*** : data dikirim hanya saat event tertentu terjadi dalam penerbangan (seperti perubahan ketinggian, perubahan waypoint)

Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)

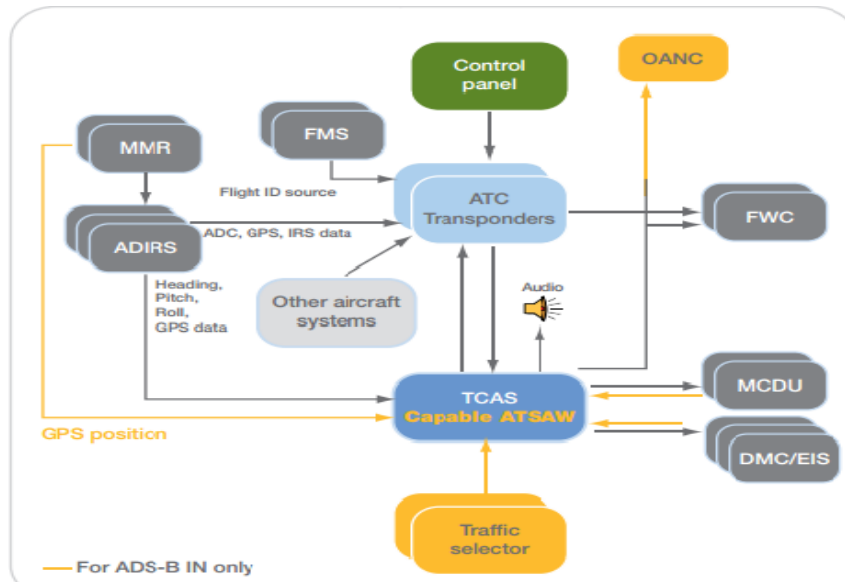
ADS-B merupakan sistem ADS yang bekerja dengan mengirimkan parameter pesawat secara periodik tanpa memperdulikan penerimanya menerima atau tidak.



Gambar 3. ADS-B System diagram

Berdasarkan aliran datanya ADS-B dapat di bagi menjadi :

- a. ADS-B OUT menyediakan transmisi data parameter pesawat dari pesawat ke ATC atau ground receiver lainnya
- b. ADS-B IN menyediakan transmisi otomatis antar pesawat . ADS-B in kedepannya di sambungkan dengan sistem ***Traffic Collision and Avoidance System (TCAS)*** pesawat guna dapat memberikan ***advisory message*** terhadap rencana perubahan ketinggian dengan memeriksa apakah akan ada traffic yang sama di depan.



Gambar 4. ADS-B IN/OUT Component Diagram (S BAGIEU, 2004)

ADS-B di Indonesia

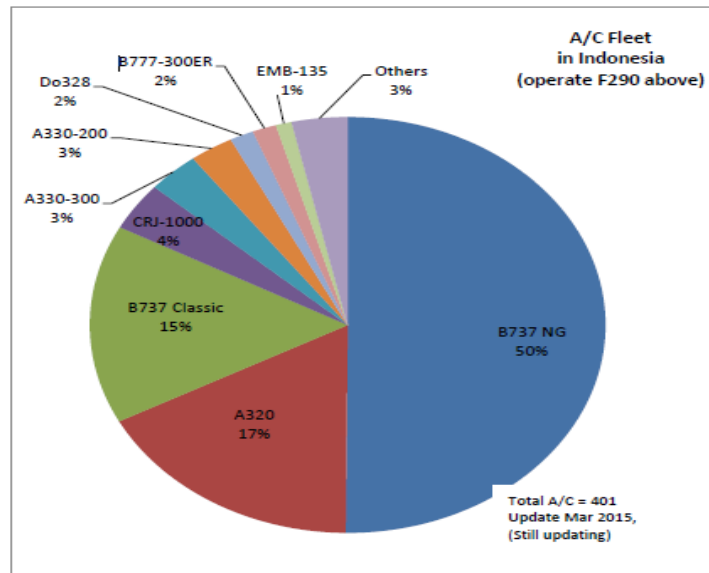
Saat ini Directorate General of Civil Aviation – Indonesia telah memasang 30 buah ADS-B Ground Stations dengan *Dual System* di Sorong, Biak, Timika, Merauke, Ambon, Saumlaki, Alor, Kupang, Galela, Manado, Kendari, Tarakan, Palu, Balikpapan, Banjarmasin Malino, Surabaya, Kintamani, Waingapu, Pangkalan Bun, Semarang, Banda Aceh, Medan, Pekanbaru, Matak, Natuna, Pontianak, Palembang, Jakarta, Cilacap, dan 1 ADS-B Ground Station dengan *single system* sebagai Test Bed purpose.

21 buah ADS-B Ground Stations di wilayah timur Indonesia diintegrasikan dengan ATC system Makassar Automated Air Traffic Control System (MAATS) di Makassar dan 9 ADS-B Ground Stations di wilayah barat Indonesia diintegrasikan dengan Jakarta Automated Air Traffic Control System (JAATS) di Jakarta.

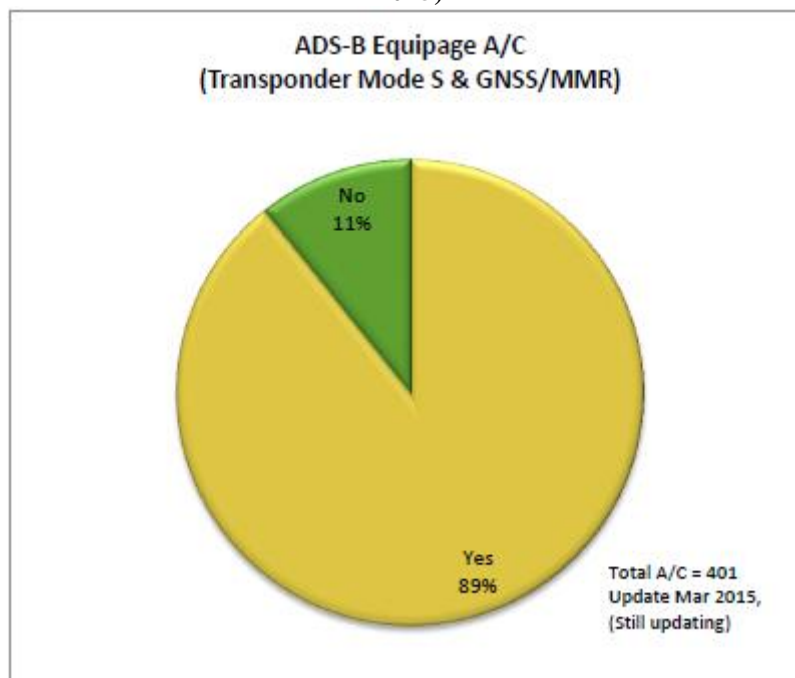


Gambar 5. Lokasi ADS-B Ground Station di Indonesia (ICAO 2015)

Advisory Circular 21-45 telah dikeluarkan oleh Directorate of Airworthiness and Aircraft Operations – DGCA Indonesia pada tgl 5 Oktober 2017 untuk operator airline di Indonesia mengenai standard minimum dari perangkat ADS-B yang terpasang di pesawat dimana DO-260 menjadi standard minimum. Di Indonesia sendiri ADS-B out menjadi mandatori per Januari 2018.



Gambar 6, Populasi pesawat udara beroperasi di Indonesia yang mampu di ketinggian FL290 (ICAO 2015)

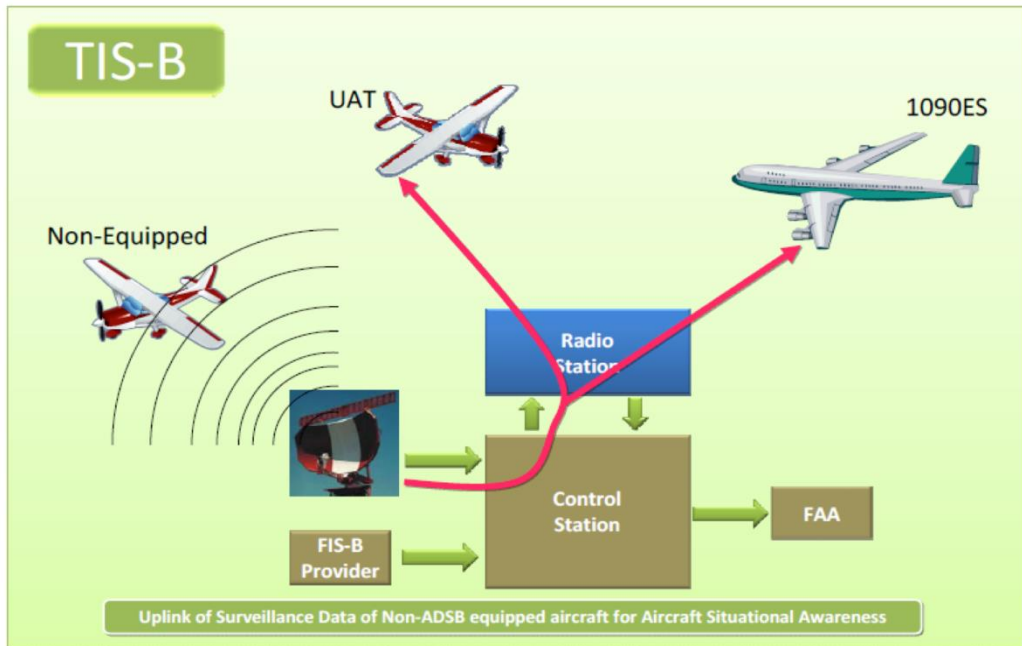


Gambar 7. Populasi pesawat udara di Indonesia yang telah dilengkapi ADS-B (ICAO 2015)

Pemasangan ADS-B di pesawat yang belum dilengkapi ADS-B dapat dilakukan melalui modifikasi dengan referensi *Service Bulletin* atau dengan *Supplemental Type Certificate (STC)*

Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)

TIS-B merupakan client-based service bagi pesawat yg telah dilengkapi ADS-B Out/In mengenai informasi pengawasan (*surveillance information*) terhadap pesawat sekitar yang tidak dilengkapi peralatan ADS-B. Pesawat yang dijadikan target pengawasan harus dilengkapi transponder dan masuk jangkauan radar setempat.



Gambar 8. TIS-B Diagram (FAA,2017)

Required Surveillance Performance merupakan parameter pengukuran keandalan sistem dalam pengasawan yang direpresentasikan dengan label angka, yang menggambarkan :

- Surveillance data transit time : waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman data
- RSP Continuity : probability data dapat terkirim dalam waktu yang ditentukan.
- RSP Availability : probability kesiapan pengawasan sistem mengirimkan data saat dibutuhkan
- RSP Integrity : data diantarkan tanpa error

3. TANTANGAN PENGELOLAAN KOMUNIKASI, NAVIGASI DAN PENGAWASAN (CNS) DI INDONESIA

- Pengelolaan Air Traffic Management melalui konsep Komunikasi, Navigasi dan Pengawasan (CNS) mutlak harus dilakukan dengan menyelaraskan teknologi, sumber daya manusia dan infrastruktur yang ada. Tantangan geografis Indonesia yang terdiri dari pulau-pulau dengan banyaknya pegunungan yang tersebar merata di seluruh nusantara menuntut pemanfaatan teknologi yang ada.
- Satcom menjadi perangkat komunikasi yang paling handal mengingat masih adanya beberapa *blank spot* untuk cakupan radio VHF. Tantangannya bagaimana menyediakan cakupan satelit yang murah yang mampu meliputi seluruh wilayah Indonesia. Sementara dalam waktu dekat cakupan VHF yang masih kurang dapat segera dilengkapi infrastrukturnya.
- Pemanfaatan ACARS yang juga dapat menjadi faktor peningkatan kualitas layanan airline dengan kemampuan mengetahui kondisi kesehatan pesawat, kondisi cuaca, permintaan khusus penumpang yang memungkinkan airline melakukan antisipasi akan kemungkinan terjadinya keterlambatan.
- Pemakaian ACARS juga dapat berdampak pada penghematan bahan bakar dan pencatatan jam terbang pilot dan umur pesawat yang lebih akurat.
- Pemanfaatan *flight following* dengan ACARS dapat menghindari terjadinya *lost track* dari pesawat.
- Peluang untuk membuat *ground system software* yang mampu menerjemahkan data ACARS message menjadi readable format juga grafis untuk *flight following* dapat dilakukan oleh tenaga ahli Indonesia.
- Peluang modifikasi instalasi ACARS juga dapat menjadi peluang bisnis bagi MRO dan perusahaan Engineering lokal.
- Perlu dibuatnya task force untuk persiapan penerapan FANS-1 di Indonesia mengingat perkembangan pesawat di luar negeri yang nantinya akan berdampak pada penerbangan domestik kita.
- Disyaratkannya ADS-B menjadi mandatory pada 2018 memberi peluang besar bagi perusahaan MRO dan Engineering lokal mengingat masih banyaknya pesawat belum melakukan modifikasi ini.
- Perlu dikaji penggunaan ADS-B untuk pesawat kecil dibawah <30 penumpang dengan teknologi murah yang handal.
- Pembuatan *ground system software* untuk monitor tracking ADS-B juga sangat berpeluang besar dilakukan oleh tenaga lokal.

1. Pelatihan sumber daya manusia baik di pihak operator airline yang meliputi pilots dan ground staff juga operator ATC akan teknologi komunikasi, navigasi dan pengawasan mutlak dilakukan sejak dini agar penguasaan teknologi dapat menjadi lebih mandiri.

4. KESIMPULAN

Penguasaan teknologi berbasis satelit menjadi mutlak dimana kedepannya perkembangan aplikasi *Komunikasi, Navigasi dan Pengawasan (CNS)* akan mengandalkan sistem satelit dikarenakan kemampuan jangkauan dan kapasitas serta kecepatan transmisi data nya yang besar dan cepat, dalam menciptakan dunia penerbangan Indonesia yang lebih aman dan efisien. Peran aktif pemerintah dan lembaga terkait dalam merencanakan roadmap Air Traffic Management sangat menentukan keberhasilan mencapai target ini.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa LAPAN yang memfasilitasi penerbitan makalah ini dan kepada semua pihak yang telah memberikan saran dan masukan sehingga makalah ini dapat diterbitkan.

DAFTAR ACUAN

- Airbus, 2003, *Getting Grips with FANS Issue II*, Flight Operation Support & Line Assistance, BLAGNAC
- UASC, 2013, *Understanding the Future Air Navigation System (FANS) I/A Operations and Regulatory Requirements*, White Paper Doc No.: WHTP-2013-18-10
- ICAO, 2012, *Second Satellite Data Link Operational Continuity Meeting To Review The Performance And Provision Of Satellite Communications In The Asia And Pacific Regions*, Wp04_Usa Ai.2.1 - Fans 1A Over Iridium Status, Bangkok Thailand
- ICAO, 2015, *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast Seminar And Fourteenth Meeting Of Automatic Dependentsurveillance – Broadcast (Ads-B) Study And Implementation Task Force (ADS-B SITF/14), ADS-B SITF/14 – IP/23*, Christchurch New Zealand
- Collins, Rockwell., 2017, *Iridium SATCOM Solution Requirements*, Marketing Presentation, Singapore
- Indonesian DGCA, 2017, *Airworthiness Approval of Airborne Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Equipment*, Advisory Circular AC 21-45, Jakarta
- BAGIEU, S., 2004, *AIRBUS FANS Update and Future*, Ref. X46PR0406140 - Issue 1, Blagnac
- C, Vigier., 2007, *Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Surveillance development for Air Traffic Management*, FAST Magazine Vol 47, Blagnac
- Oldach, Heckler., 2015, *FANS and ADS-B Out Preparing for the Mandates*, NBAA 2015, Las Vegas USA
- FAA, 2017, *Equip ADS-B The Ins and Outs of ADS-B*, https://www.faa.gov/nextgen/equipadsb/ins_and_outs/, October 05, 2017
- Tooley, M., 2007, *Aircraft Communication and Navigation Systems, Principles, Maintenance and Operation*, Butterworth-Heinemann, First Edition, Burlington USA