

**PENGEMBANGAN *AUTOMATIC DEPENDENT
SURVEILLANCE BROADCAST* UNTUK
PENINGKATAN KESELAMATAN PENERBANGAN**

***THE DEVELOPMENT OF AUTOMATIC DEPENDENT
SURVEILLANCE BROADCAST TO IMPROVE FLIGHT
SAFETY***

Budi Sitorus
Kementrian Perhubungan
Budi_dephub@yahoo.co.id

Tulus irfan Harsono Sitorus
Badan SAR Nasional
Tulus.sitorus@yahoo.co.id

ABSTRACT

The purpose of this study is to conduct a review of the existing navigation system at the airport and integrate to the flight navigation system that has been developed by the Ministry of Research and Technology to be applied to Airports in Indonesia. The research method used is qualitative research method through literature study, literature, benchmarking. Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) is a system designed to replace radar functions in air space management for civilian transport, can serve as a substitute or for traditional radar-based aircraft surveillance supplements. The use of ADS-B was recommended by the International Civil Aviation Organization (ICAO) in May 2006. Using ADS-B, detection would be better and more accurate than when using a radar system where existing radar systems can not detect unobstructed aircraft . The use of the ADS-B system in Indonesia began in 2006, in partnership with SITA and Thales. In this regard, Indonesia has 30 (thirty) earth stations ready for operation. In general, both flight monitoring systems are very helpful for APP operators (Approach and departure control) in terms of providing a picture of flight traffic conditions around the airport.

Keywords : *automatic dependent surveillance-broadcast; flight navigation system; flight safety*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan tinjauan terhadap sistem navigasi yang ada di bandar udara serta memadukan terhadap sistem navigasi penerbangan yang telah dikembangkan oleh Kementerian Riset dan Teknologi untuk dapat diaplikasikan pada bandar udara di Indonesia. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif melalui studi pustaka, literatur, *benchmarking*. Automatic Dependant Surveillance Broadcast (ADS-B) merupakan sistem yang didesain untuk menggantikan fungsi radar dalam pengelolaan ruang udara bagi transportasi sipil, dapat berfungsi sebagai pengganti atau untuk *suplemen surveillance* tradisional pesawat terbang berbasis radar. Penggunaan ADS-B telah mendapat rekomendasi dari Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO) pada Mei 2006. Dengan menggunakan ADS-B, maka deteksi akan lebih baik dan

akurat dibanding apabila menggunakan sistem radar di mana sistem radar yang ada tidak dapat mendeteksi pesawat yang terhalang awan. Penggunaan sistem ADS-B di Indonesia dimulai sejak tahun 2006, dalam suatu kemitraan dengan SITA dan Thales. Berkaitan dengan hal tersebut, Indonesia memiliki 30 (tiga puluh) stasiun bumi yang siap untuk dioperasikan. Secara umum kedua sistem pemantauan penerbangan sangat membantu operator APP (*Approach and departure control*) dalam hal memberikan gambaran kondisi lalu lintas penerbangan di sekitar bandara.

Kata Kunci : *automatic dependent surveillance-broadcast*; sistem navigasi penerbangan; keselamatan penerbangan

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan yang luas, memiliki modal utama selain transportasi laut yaitu transportasi udara, transportasi merupakan sebagai alat untuk mendukung pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan sarana dan prasarana transportasi udara yang memiliki standard pelayanan dan keselamatan yang optimal.

Transportasi udara adalah sistem penerbangan yang melibatkan banyak pihak. Dalam dunia penerbangan pemenuhan (*compliance*) terhadap *safety standard* (standard keselamatan) yang tinggi merupakan suatu keharusan yang mutlak. Penerapan keselamatan penerbangan (*aviation safety*) perlu dilaksanakan pada semua sektor, baik pada bidang transportasi/operasi angkutan udara, kebandarudaraan, navigasi, perawatan dan perbaikan serta pelatihan yang mengacu pada aturan *International Civil Aviation Organization (ICAO)*

Mengingat posisi Indonesia yang strategis sebagai jalur penerbangan domestik dan internasional, membuat Indonesia telah lama menjadikan diri sebagai anggota *International Civil Aviation Organization (ICAO)*. Keterlibatan Indonesia dalam anggota ICAO, telah diatur terkait peraturan menyangkut keselamatan dan keamanan penerbangan, salah satunya yaitu komunikasi, navigasi dan pengawasan penerbangan lalu lintas udara (*Communication Navigation and Surveillance – Air Traffic Management / CNS-ATM*).

Beberapa tahun terakhir, jumlah lalu lintas penerbangan dalam wilayah Indonesia telah meningkat secara signifikan, di mana kepadatan lalu lintas penerbangan di udara dan bandara menjadi sangat tinggi, berkaitan dengan hal itu terdapat satu hal yang tidak bisa ditawar adalah keselamatan penerbangan.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat di bidang penerbangan telah mampu meningkatkan mutu pelayanan

penerbangan dan juga mampu menciptakan alat-alat penerbangan canggih dan beraneka ragam. Perkembangan teknologi penerbangan mempunyai dampak yang positif terhadap keselamatan penerbangan dalam dan luar negeri.

Menurut Supriadi (2012) salah satu bidang kehidupan yang selalu diupayakan menjadi lebih baik adalah sektor transportasi. Manusia membutuhkan transportasi yang aman, cepat dan teratur dalam menunjang mobilitas kehidupannya, baik dalam transportasi lokal, nasional maupun internasional. Manusia menghendaki transportasi kereta api, bus, kapal laut, pesawat dan lain-lain berjalan dengan aman, cepat teratur dan juga dengan biaya atau ongkos yang terjangkau. Permasalahan penelitian adalah jumlah sarana bantu navigasi penerbangan yang terbatas, serta keakuratan dari sistem navigasi penerbangan perlu adanya peningkatan dari segi kemampuan sistem navigasi penerbangan.

Navigasi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata *navis* yang artinya perahu atau kapal dan *agake* yang artinya mengarahkan, secara harafiah artinya mengarahkan sebuah kapal dalam pelayaran. Navigasi adalah cara menentukan posisi dan arah perjalanan baik di medan sebenarnya maupun pada peta. Sedangkan sistem navigasi di penerbangan adalah kumpulan dari berbagai peralatan navigasi yang berguna untuk memberi panduan seperti halnya arah, jarak, kecepatan terhadap suatu bandar udara, ketinggian terhadap daratan, serta peralatan yang berfungsi untuk memberikan panduan pendaratan (*landing*) ketika cuaca buruk yang kesemuanya bertujuan untuk keselamatan dan keamanan penerbangan. Sesuai dengan Undang Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan dalam Pasal 1, Penerbangan adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, keselamatan dan keamanan, lingkungan

hidup, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya.

Keselamatan penerbangan adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dan pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya. Keselamatan penerbangan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah faktor kondisi fisik pesawat, kondisi awak pesawat, infrastruktur, serta faktor alam. Tetapi yang menjadi faktor utama adalah kondisi fisik pesawat. Kondisi fisik suatu pesawat tergantung dari perawatan yang dilakukan, semakin baik sebuah pesawat maka semakin besar pula biaya yang harus dilakukan begitu sebaliknya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif melalui studi pustaka, literatur, benchmarking. Automatic Dependant Surveillance Broadcast (ADS-B).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rangka menjaga wilayah

udara NKRI (Negara Kesatuan Republik Indonesia) diperlukan sistem navigasi dan informasi penerbangan yang di peruntukkan bagi penerbangan sipil maupun pertahanan dan keamanan. Sistem navigasi penerbangan sipil saat ini masih terbatas dan perlu peningkatan dalam kuantitas dan kualitasnya. Dengan tingginya tingkat lalu lintas penerbangan di beberapa bandar udara di Indonesia, tentulah diperlukan upaya untuk memperbaiki sistem navigasi penerbangan sipil, dan apabila dimungkinkan dibutuhkan peningkatan inovasi dalam mencari sistem navigasi penerbangan yang dapat membantu awak (pilot) maupun pengawas *Air Traffic Control*.

Berdasarkan data dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi kurun waktu 2010-2016 terdapat investigasi sebanyak 212, dengan jenis kecelakaan 82 kejadian serta rekomendasi sebanyak 404. Data kecelakaan transportasi kurun waktu 2010-2016, dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, investigasi terbanyak pada 2016 (19,33%), sedangkan tahun 2013 sebesar 16,03 persen Sementara di lain hal terjadi peningkatan jumlah penumpang pada 2016, peningkatan jumlah penumpang tahun 2016 untuk tujuan domestik sebanyak 89.358.457 penumpang atau naik 16,61 persen dibanding 2015.

Tabel 1 Data Kecelakaan Pesawat Tahun 2010-2016

Tahun	Investigasi	Jenis Kecelakaan		Korban Jiwa		Rekomendasi
		Accident	Serious Incident	Meninggal	Luka-luka	
2010	18	8	10	5	46	45
2011	32	19	13	71	8	103
2012	29	13	16	58	9	62
2013	34	9	25	2	8	81
2014	30	7	23	169	6	44
2015	28	11	17	65	10	57
2016	41	15	26	5	57	12
Total	212	82	130	375	144	404

Sumber : KNKT

Sementara berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penumpang angkutan udara domestik pada Januari 2017 turun sebesar 6,63 persen jika dibandingkan dengan Desember 2016, dari 7,79 juta penumpang menjadi 7,27 juta orang.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan peran industri penerbangan yang semakin dituntut pembenahan dalam pelayanan navigasi penerbangan, sistem informasi penerbangan diperlukan bagi pilot dan maskapai penerbangan dalam merencanakan penerbangan, sehingga maskapai penerbangan dapat efisien dalam menggunakan sumber daya perusahaan, serta peran *stakeholder* untuk membuat kebijakan dalam merancang sistem navigasi penerbangan lebih akurat, kompatibel dan terintegrasi dengan sistem yang sudah ada sebelumnya. Untuk itu, Indonesia telah meratifikasi peraturan dari konvensi internasional mengatur penerbangan sipil internasional dan mengikat 190 negara adalah Convention on International Civil Aviation atau sering dikenal dengan sebutan Konvensi Chicago 1944. Dalam Pasal 37 diamanahkan bahwa untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan penerbangan negara peserta Konvensi Chicago 1944, terus berupaya mengelola penerbangan sipil (personil, pesawat, jalur penerbangan dan lain lain) dengan peraturan, standar, prosedur, dan organisasi yang sesuai (uniform) dengan standar yang dibuat oleh International Civil Aviation Organization (ICAO).

Melihat banyaknya kecelakaan dalam penerbangan yang disebabkan salah satunya adalah rendahnya tingkat kemampuan sistem navigasi penerbangan yang dimiliki. PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (INTI) bersama BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) di bawah koodinasi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) telah berhasil mengembangkan produk ADS-B. Peralatan tersebut mampu mendeteksi pesawat hingga di landasan pacu Bandara Soekarno-

Hatta dan dapat mendeteksi hingga jarak >250Nm yang bisa diperoleh pada ketinggian di atas 29.000 kaki. Terdapat 295 bandar udara yang tersebar di seluruh provinsi di Indonesia yakni :

- a. 13 Bandar Udara di bawah pengelolaan PT Angkasa Pura I,
- b. 14 Bandar Udara di bawah pengelolaan PT Angkasa Pura II,
- c. 2 Bandar Udara di bawah pengelolaan TNI,
- d. 239 Bandar Udara di bawah pengelolaan Unit Penyelenggara Bandar Udara,
- e. 27 Bandar Udara di bawah pengelolaan UPT Daerah/Pemda.

Penggunaan ADS-B telah mendapat rekomendasi dari Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO) pada Mei 2006. Dengan menggunakan ADS-B, maka deteksi akan lebih baik dan akurat dibanding apabila menggunakan sistem radar di mana sistem radar yang ada tidak dapat mendeteksi pesawat yang terhalang awan. Penggunaan sistem ADS-B di Indonesia dimulai sejak tahun 2006, dalam suatu kemitraan dengan SITA dan Thales. Berkaitan dengan hal tersebut, Indonesia memiliki 30 (tiga puluh) stasiun bumi yang siap untuk dioperasikan. Secara umum kedua sistem pemantauan penerbangan sangat membantu operator APP (*Approach and departure control*) dalam hal memberikan gambaran kondisi lalu lintas penerbangan di sekitar bandara.

Walaupun, belum semua pesawat menggunakan ADS-B Transponder, minimal dapat mengurangi beban operator dalam rangka membayangkan posisi pesawat yang berada dalam kontrolnya sehingga dapat memberikan arahan/kontrol yang lebih baik pada pilot pesawat terkait. Perbedaan kedua sistem terdapat pada perbedaan jangkauan, di mana sistem-1 dapat menangkap pesawat dengan radius lebih jauh dibandingkan dengan sistem-2, tetapi kedua sistem sudah memenuhi jangkauan yang menjadi tanggung jawab APP.

Sementara itu, sistem ADS-B dapat digabungkan ke teknologi *Flight Data Processing* dan feature-feature lain seperti alarm yang dapat berbunyi ketika pesawat sudah terlalu dekat saat di udara. Sedangkan Australia dan Amerika Serikat sudah menggunakan sistem ADS-B. Australia dan Amerika Serikat menempatkan antena ADS-B di *offshore rig* di wilayah Teluk Meksiko, sehingga dapat mendeteksi pesawat-pesawat yang mendekat. Informasi-informasi yang dapat ditampilkan dan disajikan oleh sistem ADS-B antara lain jadwal keberangkatan pesawat terbang, nomor penerbangan, rute penerbangan, posisi pesawat lengkap dengan koordinatnya, ketinggian pesawat dan arah pesawat serta kecepatannya, tipe pesawat dan nomor tanda registrasi pesawat, tujuan penerbangan, marka udara (*airway*) jalur pesawat udara di angkasa, pergerakan pesawat udara dalam tampilan 3D yang pergerakannya seperti tampilan kamera cctv. Selain itu, teknologi ini juga dapat mengetahui posisi dan pergerakan pesawat real time, informasi pergerakan mulai hendak terbang, pesawat saat menanjak (*climbing*), lurus (*level*) menurun (*descent*), hingga mendarat dengan tampilan grafik berwarna.

Dengan menggunakan radar ADS-B transponder yang dipasang, pesawat memancarkan data-data tersebut ke radar ADS-B di darat. Radar ADS-B di darat yang menerima data dari pesawat akan meneruskannya ke server komputer Flightradar24. Selanjutnya komputer Flightradar24 akan meneruskannya lewat internet, sehingga data-data semua pesawat bisa terpantau di *website Flightradar24.com dan Flightradar24 apps*.

Investasi yang dibutuhkan untuk memasang teknologi yang dikembangkan BPPT mencapai Rp 1 miliar, angka tersebut berbeda jauh dengan investasi radar yang membutuhkan anggaran Rp 10 miliar per unit. Menurut BPPT saat ini dibutuhkan maksimal 100 unit ADS-B receiver untuk “mengkover” seluruh wilayah NKRI. Alat ini dapat ditempatkan “*offshore rig*” dan *buoy* untuk dapat menangkap signal transponder pesawat yang melalui perairan. Dalam waktu dekat akan kembali dilakukan uji coba teknologi ADS-B di Sabang, Aceh.

Walaupun terdapat alat navigasi pada pesawat yang dapat mendeteksi lokasi pesawat dan memberikan *warning/alert* terhadap *traffic* bernama TCAS (*Traffic collision avoidance system*), ADS-B yang tidak *didesign secure* dari

Tabel 2 Pekerjaan Navigasi Penerbangan Kementerian Perhubungan Tahun 2015

No	Pekerjaan
1	Pengadaan jaringan data navigasi wilayah western dan eastern part of indonesia
2	Pengadaan Suku Cadang DVOR
3	Pengadaan Suku Cadang NDB
4	Pengadaan Suku Cadang DME
5	Pengadaan Suku Cadang ILS
6	Pengadaan Suku Cadang MSSR
7	Pengadaan Suku Cadang ADSB
8	Pengadaan Suku Cadang ATC Otomasi
9	Pengadaan Suku Cadang Fasilitas Komunikasi Penerbangan
10	Pengadaan Alat Ukur Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan

Sumber : Kementerian Perhubungan, 2015

awal ini dapat mengancam keselamatan penerbangan. Selain ADS-B terdapat TCAS yang digunakan menjadi pedoman bagi pilot untuk menjaga jarak dan mengetahui *air-traffic* di sekitar pesawat, karena menghindari *collision* (tabrakan) di udara, maka *traffic* yang masuk kategori dekat akan muncul warning dan pesawat udara tersebut di radar akan berubah menjadi warna orange. Kementerian Riset dan Teknologi dalam hal ini perlu terus mengembangkan inovasi untuk navigasi penerbangan sipil dengan menyempurnakan kedua sistem navigasi yang telah dibahas di atas, dan Kementerian Perhubungan dalam hal ini dapat mengapresiasi hasil buatan dalam negeri dengan memanfaatkan sistem sistem navigasi penerbangan untuk bandar udara di seluruh kawasan Indonesia.

Pada 2015, Kementerian Perhubungan melakukan pekerjaan terkait navigasi penerbangan sebanyak 10 (sepuluh) pekerjaan, sementara 1 (satu) paket pekerjaan telah selesai pada Desember 2015.

Pada 2016, Direktorat Navigasi Penerbangan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara terkait navigasi penerbangan yaitu sebanyak 4 (empat) pekerjaan yaitu pengadaan dan pemasangan peta Informasi Frekuensi Radio Penerbangan (PIRFP) di Indonesia dalam tampilan 3D Tahap II; pengadaan

aplikasi penunjang pengolahan data peta penerbangan; Pengadaan dan Pemasangan MOCK-UP Peralatan Navigasi Penerbangan (DVOR & DME) Untuk Lokasi Laboratorium Balai Teknik Penerbangan, 1 (satu) Paket; Pembiayaan Pemeliharaan Tahunan PANADES, dimana terdapat 2 (dua) paket pekerjaan telah selesai pada Desember 2016, (Tabel 3).

Pekerjaan Pengadaan dan pemasangan Mockup peralatan ILS untuk Laboratorium Balai Teknik Penerbangan dan Pemeliharaan dan Pengembangan Sistem Pengendalian dan Pengawasan Navigasi Penerbangan Terintegrasi dilaksanakan pada tahun 2017.

Dalam Rencana Kerja dan Anggaran Kementerian Perhubungan tahun 2017 terdapat pemotongan anggaran sebesar Rp.2,7 triliun menjadi Rp 45,98 triliun yang sebelumnya disetujui tahun 2017 Rp. 48,7 trilliun. Target prioritas pembangunan sektor perhubungan tahun 2017 yaitu dukungan transportasi dalam rangka konektivitas program prioritas nasional dan pelayanan keperintisan angkutan jalan, penyeberangan, angkutan laut, angkutan udara, dan perkeretaapian, termasuk subsidi angkutan ternak dan angkutan barang dalam rangka tol laut.

Berdasarkan tujuan dan sasaran Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dalam Rencana Strategis Ditjen

Tabel 3 Pekerjaan Navigasi Penerbangan Kementerian Perhubungan Tahun 2016

No	Pekerjaan
1	Pengadaan dan Pemasangan Peta Informasi Frekuensi Radio Penerbangan (PIRFP) di Indonesia dalam tampilan 3D Tahap II
2	Pengadaan aplikasi penunjang pengolahan data peta penerbangan
3	Pengadaan dan Pemasangan MOCK-UP Peralatan Navigasi Penerbangan (DVOR & DME) Untuk Lokasi Laboratorium Balai Teknik Penerbangan, 1 (satu) Paket
4	Pembiayaan Pemeliharaan Tahunan PANADES

Sumber : Kementerian Perhubungan, 2015

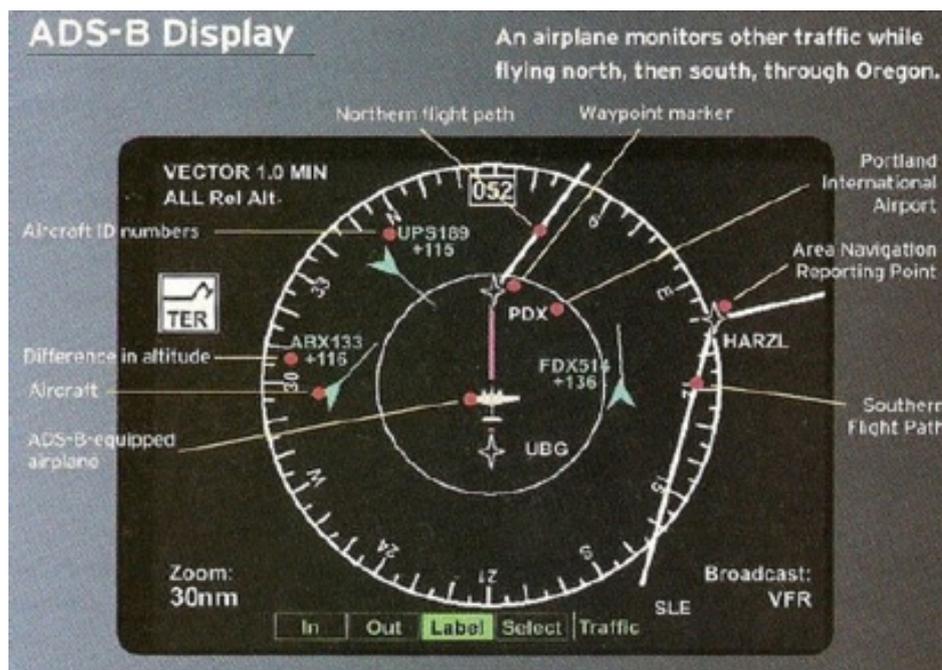
Tabel 4 Tujuan dan Sasaran Ditjen Perhubungan Udara dalam Renstra Ditjen Perhubungan Udara Tahun 2015-2019

No.	Tujuan	Sasaran
1.	Mewujudkan keselamatan dan keamanan penyelenggaraan pelayanan transportasi udara;	1. Menurunnya angka kecelakaan transportasi udara;
		2. Menurunnya jumlah gangguan keamanan dalam penyelenggaraan transportasi udara;
2.	Mewujudkan aksesibilitas dalam mendukung konektivitas dan daya saing logistik nasional	3. Meningkatnya layanan transportasi udara di perbatasan negara, pulau terluar, dan wilayah non komersial lainnya
3.	Mewujudkan peningkatan kapasitas pelayanan sarana dan prasarana transportasi udara;	4. Meningkatnya kapasitas sarana dan prasarana transportasi udara dan keterpaduan sistem transportasi antarmoda dan multimoda
		5. Meningkatnya kinerja pelayanan sarana dan prasarana transportasi udara;
4.	Memingkatkan profesionalisme SDM transportasi udara dan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi;	6. Meningkatnya kompetensi SDM transportasi udara;
5.	Memperluas peran sektor transportasi udara terhadap pembangunan nasional yang berkelanjutan;	7. Menurunnya emisi gas rumah kaca (RAN-GRK) dan meningkatnya penerapan teknologi ramah lingkungan pada sektor transportasi udara;
6	Mewujudkan tata kelola pemerintahan yang baik.	8. Meningkatnya kinerja Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dalam mewujudkan <i>good governance</i> ;
		9. Meningkatnya penetapan dan kualitas regulasi dalam implementasi kebijakan bidang perhubungan udara.

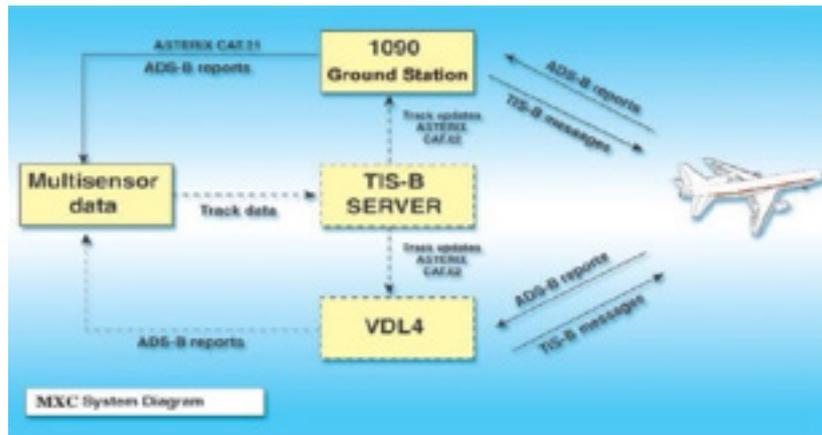
Sumber : Renstra Ditjen Hubud Tahun 2015-2019

Perhubungan Udara Tahun 2015-2019, terdapat 6 (enam) menjadi tujuan dan 9 (sembilan) sasaran, seperti terlihat pada Tabel 3.

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) merupakan teknik surveilans untuk pengendalian lalu lintas udara dan aplikasi yang terkait dengan penerbangan. Sebuah pesawat dilengkapi



Gambar 1 Monitor ADS-B pada perangkat pesawat



Gambar 2 Proses cara kerja ADS-B

dengan ADS-B untuk menentukan posisi sendiri, menggunakan sistem navigasi satelit global dan siaran berkala, posisi dan informasi relevan lainnya, untuk stasiun tanah potensial dan pesawat lain dengan peralatan ADS-B. ADS-B dapat digunakan untuk beberapa teknologi data link yang berbeda, termasuk Mode-S Extended Squitter (1.090 ES). Akses Universal Transceiver (978 MHz UAT), dan VHF data link (VDL Mode 4). Berikut ini merupakan tampilan dari ADS-B seperti Gambar 1.

Konstruksi ADS-B terdiri atas tiga komponen:

1. Sebuah subsistem transmisi yang mencakup generasi pesan dan fungsitransmisi pada sumber, misalnya pesawat.
2. Protokol transport, misalnya VHF (VDL mode 2 atau 4), atau 1090ES.
3. Sebuah subsistem yang mencakup penerimaan menerima pesan dan melaporkan fungsi perakitan di tujuan menerima, misalnya pesawat terbang, kendaraan atau sistem tanah.

ADS-B bergantung pada sistem penentuan posisi berbasis satelit global, untuk menentukan lokasi yang tepat sebuah pesawat di ruang angkasa. Sistem kemudian mengubah posisi menjadi kode digital, yang digabungkan dengan informasi lain seperti jenis pesawat, kecepatan, nomor penerbangan, dan posisi pesawat. Selanjutnya kode digital, yang berisi

seluruh informasi, diperbarui beberapa kali dan siaran dari pesawat pada frekuensi diskrit, disebut DataLink (Gambar 2).

SIMPULAN

Automatic Dependant Surveillance Broadcast (ADS-B) merupakan sistem yang didesain untuk menggantikan fungsi radar dalam pengelolaan ruang udara bagi transportasi sipil, dapat berfungsi sebagai pengganti atau untuk *suplemen surveillance* tradisional pesawat terbang berbasis radar.

Proses kenavigasian dibagi 2 (dua) yaitu peralatan pengamat penerbangan dan peralatan rambu udara. Dari total 295 bandar udara yang ada, sekitar 255 bandar udara nonradar di antaranya berpotensi membutuhkan perangkat ADS-B untuk Mini ATC dan Surface Movement Monitoring, serta penambahan Ground Station di lokasi lain.

Merencanakan penerbangan dalam kaitannya terhadap sumber daya perusahaan yang efektif dan efisien diperlukan agar perusahaan tetap dapat bertahan dalam industri penerbangan.

Perlunya peningkatan inovasi teknologi dalam navigasi penerbangan dengan disadari bahwa peran navigasi sangat diperlukan terutama bandar udara yang frekuensi lalu lintas cukup tinggi, dengan mengembangkan investasi bidang teknologi navigasi, mengembangkan kerja

sama dan pemanfaatan dengan lembaga penelitian, meningkatkan peran swasta dalam dunia penerbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Supriyadi, Yaddy, 2012. Keselamatan Penerbangan, Teori dan Problematika. Tangerang : PT Telaga Ilmu Indonesia.
- [Undang-Undang RI]. Undang-Undang Republik Indonesia. 2009. Undang Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan. Jakarta: UU RI. (INI STANDARD JURNAL STMT)
- [PermenHub RI] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2009. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2009 tentang. Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil. Jakarta: Permenhub RI.
- FAA FARS PART 91—GENERAL OPERATING AND FLIGHT RULES, (<http://www.gleim.com/public/pdf/av/updates/part91.pdf>) diakses tanggal 6 Desember 2016, pukul 12:37
- ICAO ANNEX 10, 2014. Aeronautical Telecommunications. Volume IV-Surveillance Radar and Collision Avoidance Systems. Edisi ke-5. (<https://www.bazl.admin.ch/>), diakses tanggal 6 Desember 2016, pukul 12:44