

PERBANDINGAN ANTARA SISTEM KOMUNIKASI SUARA DENGAN DATA DALAM PEMANDUAN LALU LINTAS UDARA

MARGONO, TOTOK WARSITO

Dosen Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Jl. Jemur Andayani I No.37 Surabaya

Abstrak : Terdapat dua macam komunikasi dalam penerbangan, yaitu komunikasi suara dan komunikasi data. Dalam komunikasi suara, jenis komunikasinya merupakan komunikasi HF dan VHF. Komunikasi data dikembangkan sebagai usaha untuk mengurangi kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi pada komunikasi suara. Namun demikian, pesawat tetap dilengkapi dengan peralatan komunikasi suara sebagai back up saat terjadi keadaan darurat kinerja pelayanan yang dialami terhadap pelayanan yang diharapkan diterima oleh pelanggan.

Kata Kunci: komunikasi suara, komunikasi data, pelayanan, lalu lintas udara

PENDAHULUAN

Pada awal tahun 1980, dalam penerbangan sipil disadari dengan semakin meningkatnya transportasi udara, menimbulkan berbagai keterbatasan dalam penyelenggaraan pemanduan lalu lintas udara, sehingga diperlukan penyempurnaan di semua aspek penyelenggaraan pelayanan pemanduan lalu lintas udara. ICAO sebagai organisasi penerbangan sipil internasional membentuk panitia khusus sistem navigasi udara masa depan – Committee on Future Air Navigation System (FANS) pada tahun 1983. Komisi yang terdiri dari 31 anggota berasal dari berbagai negara dan organisasi internasional bertugas untuk mempelajari, mengidentifikasi dan merancang konsep baru CNS (Communication, Navigation and Surveillance) yang kemudian dituangkan dalam bentuk rekomendasi untuk program evaluasi pengembangan CNS dan kemudian dituangkan dalam bentuk rekomendasi untuk program evaluasi pengembangan CNS secara terpadu untuk masa 25 tahun mendatang. Komisi menyelesaikan tugasnya pada tahun 1988 dengan konsep CNS berteknologi digital yang berlandaskan sistem satelit (satellite based

system) demikian juga mengenai konsep manajemen lalu lintas udara masa depan.

Dalam Air Navigasi Conference ke-10, ICAO menetapkan New CNS/ATM system (Communication, Navigation and Surveillance / Air Traffic Management) dalam penyelenggaraan lalu lintas udara abad ke-21 dan meminta agar seluruh ICAO regional bersama-sama dengan negara anggota untuk membuat rencana implementasi yang terpadu. Indonesia sebagai salah satu negara anggota secara aktif mengikuti pertemuan program CNS/ATM yang diselenggarakan oleh ICAO baik di tingkat Regional Asia-Pasific, maupun yang diselenggarakan oleh ICAO pusat di Montreal, Kanada harus juga mengimplementasikan sistem New CNS/ATM sesuai dengan program yang telah ditetapkan oleh ICAO

METODE

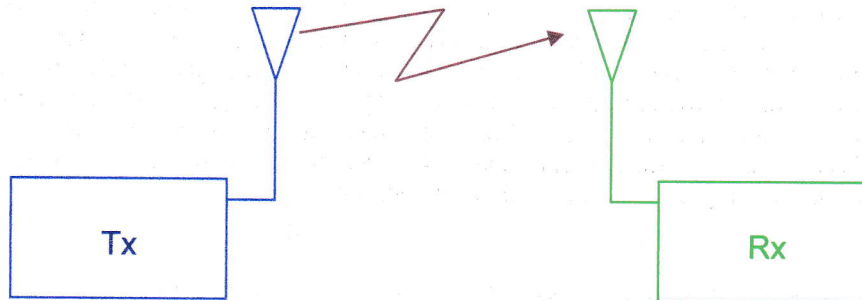
Metode yang digunakan meliputi kajian literatur, yaitu dengan mempelajari buku-buku referensi yang berhubungan dengan pembahasan tentang sistem komunikasi dalam pemanduan lalu lintas udara. Disamping itu juga digunakan metode diskusi, yaitu melakukan diskusi dengan para teknisi.

LANDASAN TEORI

a. Sistem Komunikasi Radio

Dalam sistem komunikasi radio udara atau ruang antariksa merupakan bahan antara atau medium. Bentuk umum dari sistem ini adalah sebuah pemancar yang memancarkan dayanya

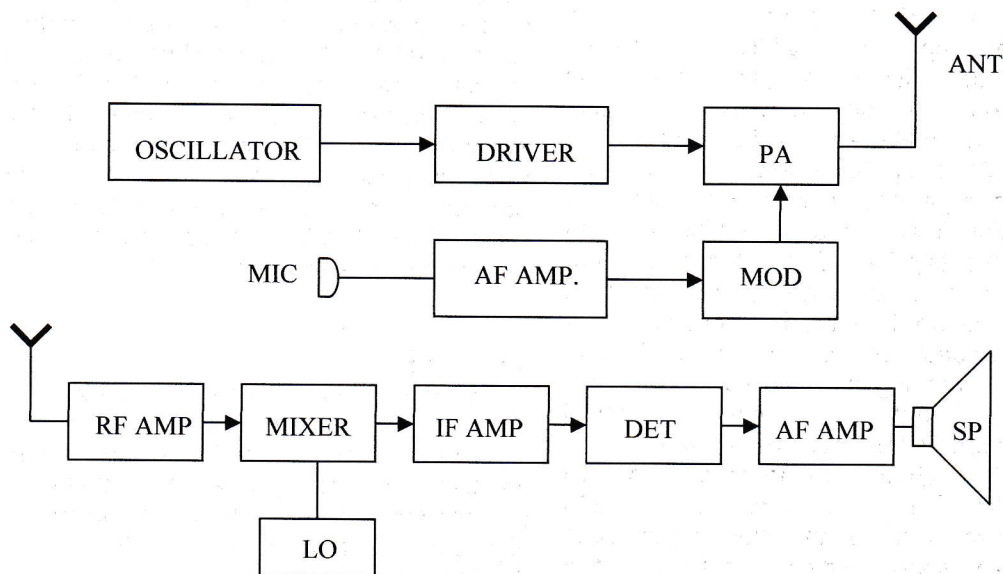
melalui antenna kearah tujuan dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Di tempat tujuan, gelombang elektromagnetik ini ditangkap oleh antenna yang kemudian diteruskan ke sebuah pesawat penerima.



Gambar 1. Sistem komunikasi radio.

Sistem komunikasi terbentuk dari tiga bagian utama yaitu: pemancar (*transmitter*), media dalam hal ini kanal (*channel*) dan penerima (*receiver*). Bagian pemancar berfungsi untuk menghubungkan informasi pada media dalam bentuk sinyal yang dipancarkan. Untuk mendapatkan efektivitas dan efisiensi pada

proses pengirimannya digunakan beberapa proses. Proses tersebut pada umumnya menggunakan proses modulasi yaitu proses yang dibentuk guna menyesuaikan sinyal yang dipancarkan dengan menggunakan gelombang pembawa (*carrier*).



Gambar 2. Diagram blok sederhana peralatan komunikasi radio.

Dengan adanya media, dapat terjadi hubungan elektrik antara pemancar dan penerima yang menjembatani antara sumber dan penerimanya, termasuk dalam hal ini adalah *ionosphere*, *troposphere* dan seluruh *transmission line*. Sedangkan bagian penerima berfungsi menerima sinyal dan *channel* atau media kemudian memproses kembali menjadi sinyal informasi sesuai dengan informasi yang dikirimkan.

Komunikasi dengan menggunakan gelombang radio merupakan pengiriman informasi lewat udara, dalam hal ini memungkinkan diadakannya komunikasi jarak jauh. Ini berkaitan dengan komunikasi penerbangan yang pada dasarnya berfungsi mengatur dan melaksanakan pengawasan keselamatan lalu lintas udara di wilayah pemberian jasa informasi penerbangan.

Gelombang elektromagnetik memiliki spektrum yang cukup lebar. Berikut tabel spectrum gelombang radio.

Tabel 1. Spektrum gelombang elektromagnetik.

PITA FREKUENSI	RENTANG FREKUENSI
Very Low Frequency (VLF)	Kurang dari 30 KHz
Low Frequency (LF)	30 KHz s/d 300 KHz
Medium Frequency (MF)	300 KHz s/d 3 MHz
High Frequency (HF)	300 KHz s/d 3 MHz
Very High Frequency (VHF)	3 MHz s/d 30 MHz
Ultra High Frequency (UHF)	30 MHz s/d 300 MHz
Super High Frequency (SHF)	300 MHz s/d 3 GHz
Extreemly High Frequency (EHF)	Lebih dari 3 GHz

Gelombang radio dari antenna terbagi dalam tiga jenis gelombang yang meliputi:

- Gelombang tanah, yang menjalar sepanjang permukaan bumi.
- Gelombang langit, yang terpancar ke udara dan dipantulkan ke arah bumi oleh lapisan ionosfer (layer)

- Gelombang angkasa, yang menjalar lurus seperti gelombang cahaya.

Gelombang VLF, LF dan MF cenderung merambat sebagai gelombang tanah. Sedangkan gelombang HF lebih menonjol penjalarannya sebagai gelombang langit. Sementara itu, gelombang radio diatas 30 MHz hanya merambat sebagai gelombang angkasa, sehingga komunikasi radio pada daerah gelombang tersebut hanya bias terjadi dalam keadaan *Line of Sight* (LOS), yaitu antara antena pemancar dan penerima harus saling melihat.

Hampir sebagian besar sistem komunikasi beroperasi dengan cara half duplex atau full duplex. Dalam sistem komunikasi half duplex, komunikasi terjadi secara bolak balik tetapi bergantian. Di sini, pada satu saat hanya terjadi komunikasi dalam satu arah saja, misalnya komunikasi menggunakan HT, radio broadcast, TV broadcast. Sementara itu, dalam sistem komunikasi full duplex komunikasi terjadi secara bolak balik dimana pada saat yang sama dapat terjadi komunikasi dua arah, misalnya komunikasi telepon.

Pemakaian frekuensi HF di dalam sistem komunikasi terbatas antara 3 MHz – 30 MHz. Frekuensi ini banyak dipakai untuk hubungan komunikasi jarak jauh, khususnya dengan menggunakan sistem SSB (*Single Side Band*).

Gelombang radio HF merambat melalui udara dan kemudian dipantulkan kembali ke bumi oleh lapisan udara yang bernama ionosfer. Karena pengaruh sinar matahari, kerapatan ion pada lapisan udara ini terbagi dalam beberapa lapisan udara yang terinoisir.

Lapisan tersebut terdiri atas empat lapisan, yang disebut lapisan D, lapisan E, lapisan F1 dan F2 yang terjadi pada siang hari. Sedangkan pada malam hari, lapisan F1 dan F2 bergabung menjadi lapisan F sehingga pada malam hari layer yang terbentuk meliputi lapisan D, E dan F saja.

Frekuensi Radio VHF berkisar antara 30 MHz – 300 MHz. Sistem komunikasi radio VHF adalah simplex artinya komunikasi dengan stasiun lawan secara bergantian, hal ini

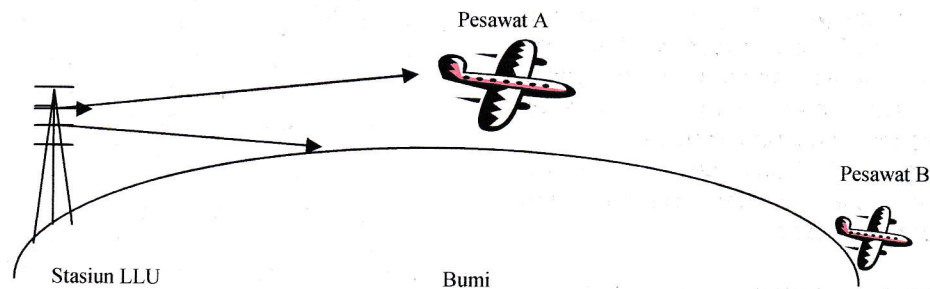
dikarenakan frekuensi radio pemancar dan frekuensi radio penerima sama. Dengan demikian maka jika ada 2 (dua) atau lebih yang memancar dan diterima oleh radio penerima akan didengar signal yang tidak jelas atau yang disebut saling menghilangkan.

Dalam prakteknya, penggunaan radio VHF dalam sistem komunikasi didasarkan pada:

1. Ditinjau dari segi ekonomi, yaitu bahwa daya yang dipergunakan oleh perangkat komunikasi penerbangan yang

menggunakan Radio VHF tidak begitu besar.

2. Sifat dari pancaran frekuensi tersebut tidak dipantulkan oleh lapisan ionosfer diudara, oleh karena itu hubungannya bersifat line of sight. Ketiga, kualitas suaranya lebih bersih karena tidak mudah terpengaruh gangguan cuaca dan bentuk fisik sistem antenna kompak dan kecil dimana hal ini sangat cocok untuk pesawat udara.



Gambar 3. Sifat Pancaran Radio VHF (Line of Sight).

Keterangan :

Pesawat A : dapat berkomunikasi karena pada daerah line of sight

Pesawat B : tidak bisa berkomunikasi

Telekomunikasi dengan gelombang mikro harus memenuhi persyaratan LOS sehingga dalam jaringan gelombang mikro diperlukan stasiun-stasiun pengulang (repeater di tempat-tempat yang tinggi. Andaikata stasiun pengulang bias ditempatkan di lokasi yang tinggi sekali, jumlah pengulang akan lebih sedikit. Hal ini menimbulkan masalah jika diinginkan komunikasi antara dua lokasi yang terpisah oleh lautan yang sangat luas.

Dengan dikembangkannya teknologi satelit, komunikasi dapat dilakukan dengan baik dan tidak dibatasi oleh jarak dan lokasi di bumi ini. Pada saat ini, satelit untuk tujuan penggunaan komunikasi sipil telah berjumlah puluhan. Selain dalam jumlah, kecanggihan satelit meningkat dalam hal ukuran dan berat, kekuatan daya pancar dan lain sebagainya.

Tidak berbeda dengan suatu stasiun pengulang dari jenis RF heterodyne repeater, di dalam satelit terdapat rangkaian penguat, mixer dan osilator. Sinyal radio yang masuk berfrekuensi 6 GHz (up link) dan sinyal radio yang keluar berfrekuensi 4 GHz (down link).

Penggunaan komunikasi satelit ini membawa keuntungan-keuntungan diantaranya hanya diperlukan satu-satunya untuk mencakup telekomunikasi dalam wilayah yang sangat luas. Dalam hal ini, dengan satelit Palapa saja, komunikasi untuk seluruh wilayah Indonesia dapat dijangkaunya. Disamping itu, pengembangan jaringan menjadi cepat, karena tinggal memasang stasiun bumi dimanapun dalam daerah cakupan satelit dan dapat segera berhubungan dengan stasiun-stasiun bumi.

Perkembangan komunikasi satelit ini saling mendorong dengan perkembangan komputer. Perkembangan komputerisasi yang membutuhkan komunikasi termasuk komunikasi data yang semakin besar volumenya, dapat diakomodir secara ekonomis oleh perkembangan satelit.

Pada umumnya, komunikasi data berhubungan dengan informasi yang disajikan oleh isyarat digital biner. Dalam komunikasi data terjadi transmisi data yang berarti pengiriman data antara dua buah komputer, atau antara sebuah komputer dengan terminal.

Dalam sistem komputer, karakter-karakter disajikan dalam bentuk data yang terdiri dari sederetan angka biner (bit). Setiap bit hanya bernilai biner 1 atau biner 0. Pemindahan, penyimpanan dan pengolahan data di dalam komputer atau mikroprosesor dapat dikerjakan berdasarkan operasi 8-bit, 16-bit ataupun 32-bit tergantung jenis komputer yang digunakan. Setiap 8-bit disebut byte.

Cara pengiriman data, dapat dilakukan secara seri ataupun parallel. Pada cara pengiriman parallel, bit-bit yang membentuk karakter dikirimkan secara serempak melalui sejumlah penghantar yang terisah. Dalam proses pengiriman, diperlukan proses handshaking untuk mengakomodasi ketepatan waktu pengiriman antara komputer dan terminal atau periferal. Secara umum, beberapa bentuk handshaking diperlukan karena komputer dan terminal mungkin beroperasi pada kecepatan yang berbeda. Biasanya jalur handshaking ditambahkan untuk mengendalikan waktu yang tepat untuk pengiriman data.

Pengiriman seri biasanya digunakan untuk sambungan dengan jarak relatif lebih jauh. Kanal seri mengirimkan setiap karakter per elemen sehingga hanya diperlukan dua penghantar, yaitu kirim data dan terima data saja. Karena bit-bit dikirimkan secara berurutan dan tidak serempak, kecepatan pemindahan data lebih rendah dibandingkan pengiriman secara parallel. Pengiriman dimulai dari LSB dan diakhiri dengan MSB. Setiap karakter yang dikirimkan, disajikan dengan urutan bit tertentu sesuai dengan sandi yang digunakan. Penerima harus mencacah isyarat data yang sama pada waktu yang tepat sebelum membentuk kembali karakter yang diterima.

Dalam komunikasi, dikenal istilah kecepatan pengiriman data yang berhubungan dengan kecepatan pengiriman informasi lewat sirkuit dan dinyatakan dengan satuan bit/detik (bps). Pada kecepatan yang lebih tinggi, beberapa periode bit seringkali terlalu banyak memuati jalur dan menghasilkan suatu kondisi dimana isyarat

yang diterima menyebabkan timbulnya kesalahan pada proses pemulihan isyarat data.

Karakter-karakter yang dikirimkan, melalui kanal komunikasi dari satu titik ke titik berikutnya. Karakter-karakter tidak dapat dikirimkan secara langsung apa adanya, tetapi harus disandikan lebih dulu dengan sandi yang telah dikenal. Salah satu sandi yang ada yaitu sandi ASCII.

Pada tingkat internasional, komunikasi data mengalami persoalan dengan timbulnya standar yang tidak sesuai antara yang satu dengan yang lain. Pada awalnya, standar ditentukan oleh pabrik pembuatnya. Pada saat ini, hampir semua aspek komunikasi data ditangani oleh standar internasional yang berdasarkan rekomendasi dari ITU-T. Untuk komunikasi data yang meliputi jaringan telepon dinyatakan dengan seri V, dan termasuk spesifikasi untuk modem, interface, peralatan test dan kualitas jalur.

SISTEM KOMUNIKASI DALAM PENERBANGAN

a. Sistem Komunikasi Suara

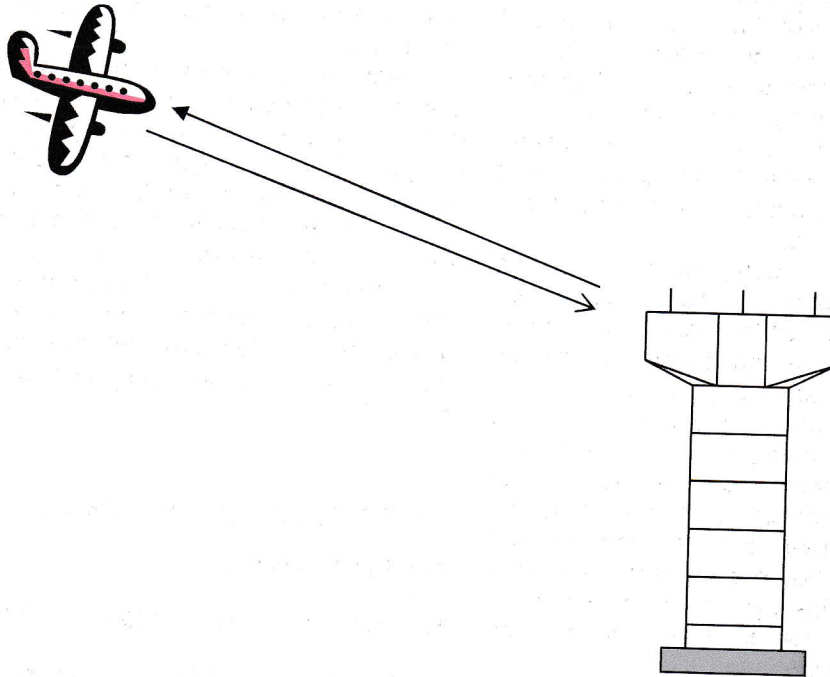
Berdasarkan fakta di lapangan, terdapat dua macam sistem komunikasi dalam pemanduan lalu lintas udara, yaitu: sistem komunikasi *ground to ground*, dan sistem komunikasi penerbangan *air to ground*. Sistem komunikasi darat ke darat digunakan oleh petugas ATC dengan pilot bagi keselamatan pada saat pesawat melakukan pergerakan di darat dan komunikasi yang dilakukan antara satu bandara dengan bandara lainnya. Demi keselamatan, setiap pergerakan pesawat udara di darat, di apron maupun taxiway, dilakukan oleh pilot dengan perintah dari ATC dari menara pengawas. Oleh sebab itu diperlukan peralatan agar dapat dilakukan komunikasi antara ATC dengan pilot.

Sistem komunikasi udara ke darat merupakan komunikasi petugas ATC dengan pilot pada saat pesawat sedang melakukan penerbangan. Sebagaimana sistem komunikasi darat ke darat, sistem komunikasi udara ke

darat memerlukan peralatan agar dapat dilakukan komunikasi antara ATC dengan pilot.

Kedua macam sistem komunikasi tersebut menggunakan frekuensi HF (*High Frequency*) dengan pita kanal 3 MHz – 30 MHz dan VHF

(*Very High Frequency*) dengan pita kanal 118 MHz – 134 MHz. Penggunaan kedua frekuensi tersebut sesuai dengan ketentuan Organisasi Penerbangan Sipil Internasional atau ICAO (*International Civil Aviation Organization*).



Gambar 4. Komunikasi darat ke udara.

Sistem komunikasi penerbangan darat ke udara tersebut menggunakan frekuensi VHF (*Very High Frequency*) dengan pita kanal 118 MHz – 134 MHz dan HF (*High Frequency*) dengan pita kanal 3 MHz – 30 MHz. Perbedaan penggunaan kedua jenis frekuensi tersebut terdapat pada fungsi pelayanan komunikasi dengan pesawat udara yang berada pada jarak-jarak tertentu dari bandara. Penggunaan frekuensi VHF hanya untuk radius yang dekat dengan bandara dan penggunaannya bertujuan untuk membantu kelancaran serta keselamatan penerbangan.

Sebagaimana diketahui bahwa batas penggunaan frekuensi VHF untuk komunikasi penerbangan adalah 118 MHz – 134 MHz.

Penggunaan sistem komunikasi dengan frekuensi inipun tidak terlalu jauh jangkauannya untuk dapat dilakukan hubungan komunikasi dalam sistem ini mempunyai syarat bahwa antara pemancar dan penerima harus saling melihat (*line of sight*), dikatakan demikian karena sifat pemancaran dari VHF tidak terpantulkan oleh lapisan ionosphere melainkan akan diteruskan (langsung).

Penggunaan frekuensi VHF dalam sistem komunikasi penerbangan harus sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ICAO yaitu suatu badan yang menyelenggarakan segala hal yang berhubungan dengan keselamatan penerbangan sipil internasional, termasuk

mengatur batas frekuensi yang harus digunakan pada sistem komunikasi penerbangan di dunia.

Standar-standar yang ditetapkan oleh ICAO untuk peralatan pemancar, sebagaimana tercantum dalam ICAO document diantaranya adalah:

1. Modulasi dalam sistem komunikasi penerbangan adalah AM
2. Antena bersifat *vertical polarisation*
3. Band frekuensi berkisar antara 117,95 MHz – 136 MHz

Tujuan dari penempatan hal-hal tersebut diatas adalah dengan pemilihan bentuk modulasi AM untuk komunikasi dengan pesawat terbang maka proses penerimaan sinyal frekuensi yang pada umumnya berupa sinyal audio (suara manusia) akan tetap stabil meskipun sasaran dalam keadaan bergerak karena signal pemodulasinya tidak terhalang oleh distorsi yang terjadi.

Sedangkan penggunaan antena yang bersifat *vertical polarisation* pada pemancar maupun penerima adalah untuk lebih memudahkan memancarkan dan menerima sinyal terhadap obyek yang berbeda di udara, kemudian agar terjadi keseragaman hubungan komunikasi penerbangan internasional maka direkomendasikan batas-batas penggunaan frekuensi penerbangan oleh ICAO yaitu antara 117,95 MHz – 136 MHz.

Dipilihnya penggunaan frekuensi VHF dalam sistem komunikasi penerbangan karena frekuensi ini memiliki kelebihan sebagai berikut :

1. Karena sifat dari pancarannya tidak dipantulkan oleh *ionosphere* maka digunakan hanya untuk mendeteksi pesawat yang berbeda di atas horizon bumi untuk itu tidak diperlukan daya pancar yang besar.
2. Komunikasi radio dengan menggunakan frekuensi VHF tidak terganggu oleh keadaan cuaca.
3. Penggunaan antena yang sederhana dan sesuai dengan kebutuhan, tidak memakan biaya dan tempat yang cukup besar.
4. Dengan frekuensi VHF maka interferensi yang terjadi di stasiun-stasiun dapat ditekan sekecil mungkin.
5. Tidak terjadi pemborosan dalam hal penggunaan frekuensi.

Frekuensi HF (*High Frequency*) digunakan apabila komunikasi pesawat dengan bandara sudah tidak terjangkau lagi dengan frekuensi VHF (*Very High Frequency*). Dalam hal ini daya yang dipergunakan untuk frekuensi HF lebih besar dari pada daya dipancarkan oleh peralatan komunikasi yang menggunakan frekuensi VHF.

Sebagai contoh, penggunaan radio HF di bandara Soekarno-Hatta adalah sebagai sarana komunikasi untuk mendukung kegiatan FSS-1 (*Flight Service Station 1*) atau M-WARA (*Major World Air Route Area*) dengan daya pancar 5 KW dan FSS-2 (*Flight Service Station 2*) atau R-DARA (*Regional Domestic Air Route Area*) dengan daya pancar 1 KW.

Sifat dari HF ini dapat dipantulkan oleh lapisan *ionosphere* sehingga jangkauannya sangat jauh. Kelemahan penggunaan frekuensi ini sangat tergantung pada keadaan cuaca, mutu suaranya yang tidak begitu bersih, dan adanya *fading* pada penerima yaitu terjadinya variasi kekuatan sinyal selama sinyal diterima.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan di atas maka tiap-tiap kanal frekuensi terdiri dari dua buah rangkaian penerima dengan masing-masing antena yang berbeda jaraknya, kedua penerima ini dalam kondisi aktif, dimana penggunaannya tergantung pada operator dalam mengoperasikan salah satu tombol frekuensi kanal. Dalam pengoperasiannya, RX.1 dan RX.2 sudah terhubung secara otomatis ke meja operator melalui perangkat *work channel*.

Seorang petugas ATC yang berada di ruang operasi melakukan komunikasi dengan suatu pesawat terbang yang berada pada wilayah udaranya, dengan menggunakan frekuensi yang telah ditentukan. Komunikasi tersebut dilakukan demi untuk memandu pesawat-pesawat yang memerlukan bantuan, dengan jarak dan ketinggian tertentu, digunakan frekuensi yang saling berlainan.

Dengan demikian jelas bahwa tujuan dilakukannya hubungan komunikasi antara bandara dan pesawat udara adalah untuk menjaga keselamatan penerbangan bagi pesawat yang sedang ditangani terhadap pesawat-pesawat lainnya yang berada di jalur penerbangan tersebut dan mengatur pergerakan serta letak-letak pesawat di bandar udara.

Semua keperluan dari pesawat terbang, yang berhubungan dengan keselamatan antara lain adalah izin untuk *landing, take off*, penentuan tempat parkir pesawat dan pemberian informasi seperti *over flying* di mana untuk melakukan kegiatan tersebut digunakan frekuensi-frekuensi yang berlainan.

Pada era CNS/ATM terjadi perubahan besar dalam hal komunikasi utama yaitu dari komunikasi suara menjadi komunikasi data (datalink). Datalink akan digunakan untuk menangani berita-berita yang rutin dan non-decision, sehingga akan meningkatkan efisiensi, memperkecil kesalahan, dan meningkatkan realibilitas komunikasi selain itu juga memungkinkan penggunaan peralatan dengan teknologi modern.

Dengan komunikasi data dapat dimungkinkan hubungan langsung antara sistem (komputer) di darat dan sistem (komputer) di pesawat. Sementara itu pertukaran data secara digital akan menunjang otomatisasi sistem baik di darat maupun di pesawat terbang. Komunikasi suara masih akan digunakan sebagai komunikasi non rutin (cadangan) dan dalam situasi darurat. Namun suara disini tidak lagi berupa sinyal analog melainkan bentuk sinyal digital.

Media komunikasi yang akan digunakan sebagai datalink adalah : VHF digital link, HF datalink, AMSS (Aeronautical Mobile Satellite Service). Media komunikasi tersebut diatas berikut sistem di darat akan diintegrasikan dalam suatu jaringan yang disebut Aeronautical Telecommunication Network (ATN). Dengan

ATN diharapkan pelayanan komunikasi penerbangan menjadi bersifat global dan seamless.

Arsitektur datalink erat kaitannya dengan jenis aplikasi pemakai yaitu:

- Addressed Datalink Application,
Addressed Datalink pada dasarnya adalah hubungan point to point yang melayani pertukaran informasi terseleksi hanya untuk pemakai tertentu.
- Broadcast Datalink Applications dan Broadcast Datalink adalah penyebaran informasi kesemua pemakai yang ada pada suatu area.
- Voice Application
Voice Link adalah pelayanan komunikasi yang tidak bersifat rutin atau dalam keadaan darurat antara pilot dengan ATC atau AOC serta pelayanan publik penumpang.

PERBANDINGAN ANTARA SISTEM KOMUNIKASI SUARA DENGAN KOMUNIKASI DATA

Uraian tentang perbandingan antara sistem komunikasi suara dengan komunikasi data dilakukan berdasarkan aspek-aspek pembandingannya meliputi: sistem perawatan, sistem operasional dan sistem peralatan. Ditinjau dari aspek perawatan dari kedua sistem komunikasi tersebut, dihasilkan perbandingan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil perbandingan berdasarkan aspek sistem perawatan

KOMUNIKASI SUARA	KOMUNIKASI DATA
- Membutuhkan banyak tenaga teknisi untuk merawat banyak macam peralatan - Perlu spesialisasi bagi teknisi yang merawat masing-masing peralatan - Sistem pemantauan operasi peralatan lebih kompleks - Memerlukan area untuk penempatan peralatan stasiun pemancar yang lebih banyak (luas)	- Kebutuhan tenaga teknisi relatif sedikit karena tidak banyak macam peralatan - Teknisi tidak perlu spesialisasi karena hanya ada satu peralatan saja. - Sistem pemantauan operasi peralatan lebih sederhana - Kebutuhan arena untuk penempatan peralatan lebih sedikit (kecil)

Tabel 3. Hasil perbandingan berdasarkan aspek sistem operasional

KOMUNIKASI SUARA	KOMUNIKASI DATA
- Menggunakan sistem komunikasi HF dan VHF - Dipengaruhi oleh lapisan ionosfer dan LOS - Jangkauan terbatas - Banyak kendala jika diterapkan pada daerah oceanic - Kemungkinan salah dalam berkomunikasi karena adanya perbedaan dialek - Selama penerbangan, pilot banyak berbicara dengan petugas ATC	- Menggunakan sistem komunikasi satelit - Tidak dipengaruhi oleh lapisan ionosfer dan LOS - Jangkauan luas (mendunia/global) - Untuk daerah oceanic tidak mengalami kendala - Kemungkinan salah komunikasi kecil sekali, karena tidak dipengaruhi oleh dialek - Selama penerbangan, pilot tidak banyak berbicara (soundless)

Tabel 4. Hasil perbandingan berdasarkan aspek sistem peralatan

KOMUNIKASI SUARA	KOMUNIKASI DATA
- Tiap jenis komunikasi memerlukan seperangkat peralatan sehingga dengan banyak sistem (VHF dan HF serta cadangannya) memerlukan banyak stasiun pemancar darat - Untuk menambah jangkauan komunikasi memerlukan stasiun pemancar pengulang (repeater) - Dibutuhkan daya yang besar untuk mengoperasikan tiap peralatan - Lebih banyak menggunakan sistem analog	- Seluruh sistem komunikasi diintegrasikan dalam satu peralatan, yaitu GPS receiver yang telah dilengkapi dengan sistem FMS (Flight Management Sistem) - Dengan penggunaan sistem komunikasi satelit, jangkauan komunikasi tidak bermasalah - Hanya membutuhkan beberapa stasiun bumi - Seluruh sistem menggunakan teknologi digital

ANALISIS HASIL PEMBAHASAN

Dari hasil uraian teori, konsep komunikasi suara dan data dalam penerbangan serta hasil pembahasan, dapat dianalisis hal-hal sebagai berikut:

- Sistem komunikasi suara menggunakan komunikasi VHF dan HF yang dipengaruhi oleh lapisan ionosfer dan LOS.
- Sistem komunikasi data menggunakan komunikasi satelit sehingga tidak dipengaruhi oleh lapisan ionosfer dan LOS.
- Dalam sistem komunikasi suara, kemungkinan besar terjadi kesalahan komunikasi akibat dialek, sedangkan dalam sistem komunikasi data kemungkinan kesalahan tersebut kecil sekali.
- Jangkauan komunikasi pada sistem suara relatif pendek sehingga untuk menambah jarak jangkauan dapat dilakukan dengan memasang pemancar repeater, sedangkan dalam jangkauan komunikasi komunikasi data sudah mendunia.
- Saat ini dan di masa yang akan datang, komunikasi suara digunakan sebagai back

up, sedangkan komunikasi data sebagai komunikasi utama.

KESIMPULAN

1. Terdapat dua macam komunikasi dalam penerbangan, yaitu komunikasi suara dan komunikasi data.
2. Dalam komunikasi suara, jenis komunikasinya merupakan komunikasi HF dan VHF.
3. Komunikasi data dikembangkan sebagai usaha untuk mengurangi kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi pada komunikasi suara. Namun demikian, pesawat tetap dilengkapi dengan peralatan komunikasi suara sebagai back up saat terjadi keadaan darurat.

DAFTAR PUSTAKA

International Civil Aviation Organization,
**Annex 10, Aeronautical
Telecommunication**, ICAO, 2001.

....., **Avionic II**, STPI.