

PEMANFAATAN SISTEM PEREKAMAN PESAWAT UDARA UNTUK PEMANTAUAN WAKTU NYATA

Aji Jatmika Atmawijaya
Akademi Teknologi Aeronautika Siliwangi, Bandung
aji.jatmika@gmail.com

Abstrak

Untuk pesawat udara generasi terbaru, sangat dimungkinkan dilakukannya pemantauan waktu nyata dari sistem perekaman data penerbangan pesawat udara karena sudah dibangun dari awal/sudah dirancang oleh pabrikannya. Namun untuk pesawat udara generasi lama, sistem ini perlu dibangun secara khusus mengingat adanya kemungkinan bahwa pabrikannya belum membangun sistem ini pada pesawat udara tersebut.

Makalah ini menyajikan salah satu solusi/pemanfaatan sistem perekaman data penerbangan pesawat udara untuk pemantauan waktu nyata dengan cara menyadap data dari Unit Akuisisi Data Penerbangan, membaca, memecahkan kodenya, kemudian mengirimkan datanya melalui satelit sehingga dapat digunakan untuk melacak lokasi terbang, mendeteksi kejadian, dan keperluan-keperluan lain.

Kata kunci: sistem perekaman data penerbangan, pemantauan waktu nyata.

Abstract

For the latest generation of aircraft, it is possible to do real-time monitoring from the aircraft flight data recording system because it was built from the beginning/already designed by the manufacturer. But for the older generation aircraft, this system needs to be built specifically considering the possibility that the manufacturer has not built such system on the aircraft.

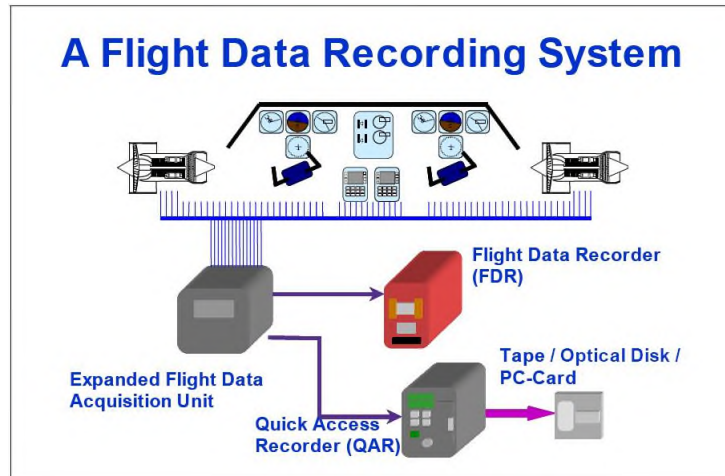
This paper presents one solution/utilization of the aircraft flight data recording system for real time monitoring by means of tapping data from Flight Data Acquisition Unit (FDAU), reading, decoding, then sending the data via satellite so that it can be used to track the flight location, detect events, and other necessities.

Keywords: flight data recording system, real-time monitoring.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan sistem perekaman data penerbangan pesawat udara pada dasarnya diatur oleh regulasi penerbangan melalui pemasangan dan pembacaan Perekam Data Penerbangan (*Flight Data Recorder*, FDR) yang biasa disebut orang awam sebagai “kotak hitam” (*black box*). Data yang diunduh kemudian dapat dipakai/dianalisis untuk menyelidiki kecelakaan atau kejadian yang berkaitan dengan operasi terbang dan keperluan-keperluan lain. Namun pengunduhan data ini dilakukan setelah pesawat udara mendarat. Analisis datanya tentu dilakukan setelah pengunduhan sehingga dapat terjadi tundaan waktu yang cukup lama antara operasi terbang dan analisis/perolehan datanya, padahal terdapat kepentingan-kepentingan untuk segera melakukan analisis data tersebut.

Sistem perekaman data penerbangan pesawat udara ini sendiri mencakup sumber-sumber data dari semua parameter yang direkam (misalnya dari sensor-sensor, saklar-saklar, dan komputer-komputer), FDAU yang bertugas mengumpulkan, memilih, dan mengirimkan data dengan susunan tertentu untuk direkam oleh FDR sebagaimana dikehendaki regulasi. Ada kalanya pada pesawat udara tersebut juga dipasang media rekam lain sebagai tambahan (tidak dipersyaratkan oleh regulasi), misalnya *Quick Access Recorder* (QAR) yang juga berfungsi merekam data penerbangan, tetapi fungsinya bisa ditambahi dengan fitur lain dan bahkan dapat mempunyai kapasitas perekaman yang lebih besar daripada FDR. Gambaran dari sistem perekaman data penerbangan pesawat udara ini dapat dilihat di bawah ini:

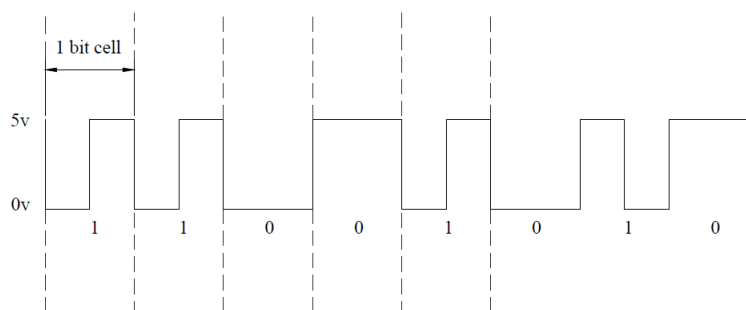


Gambar 1-1. Sistem Perekaman Data Penerbangan Pesawat Udara

Data yang diperoleh berasal dari banyak sistem pesawat udara, misalnya dari sistem kendali, navigasi, kelistrikan, dan lain-lain. Dari sistem-sistem tersebut, diindra sekian banyak parameter, yaitu apa saja yang direkam oleh FDR, misalnya yang berkaitan dengan gerak dan sikap pesawat udara, seperti ketinggian dan kecepatan terbang serta posisi. Jumlah dan parameter apa saja yang harus direkam pada dasarnya ditentukan oleh regulasi yang menjadi *mandatory parameters*, tetapi pabrikan FDAU atau pesawat udara dapat mengatur tambahan parameter yang direkam lebih banyak daripada yang dipersyaratkan regulasi yang menjadi *non-mandatory parameters*.

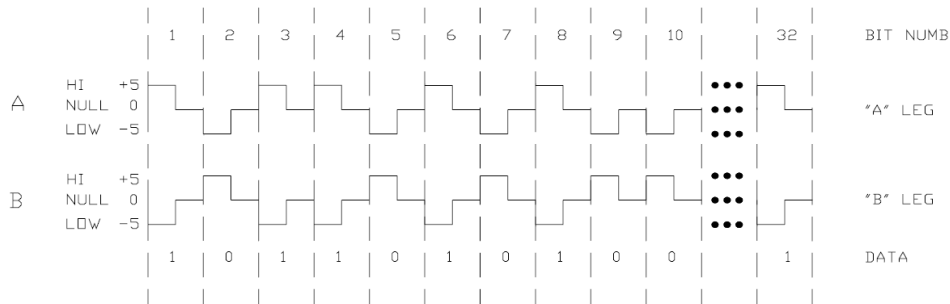
Proses *readout* atau pembacaan dan pemecahan kode data mentah (*raw data*) yang diunduh dari FDR suatu pesawat udara mengikuti bakuan (standar) yang digunakan untuk data FDR, misalnya ARINC 717 yang sampai sekarang masih dipakai secara luas. ARINC 717 ini adalah protokol yang digunakan oleh pabrikan FDAU untuk mengatur susunan parameter yang direkam oleh FDR.

ARINC 717 sebagai bakuan dalam FDR *readout* sebenarnya menggantikan protokol sebelumnya yaitu ARINC 573. ARINC 573 adalah format keluaran (*output*) FDR. FDR sendiri mengirimkan arus data kontinu dalam *frame-frame* dan *word-word* 12 bit yang terkode menggunakan *Harvard Bi-Phase*. Data dalam suatu *frame* mengandung data dari banyak subsistem pada pesawat udara. Setiap *frame* mengandung data dalam satu kurun waktu. Setiap *frame* juga terbagi menjadi empat subframe yang masing-masingnya dimulai dengan sebuah *sync word* unik yang digunakan oleh *receiver* (penerima) untuk sinkronisasi data yang masuk.



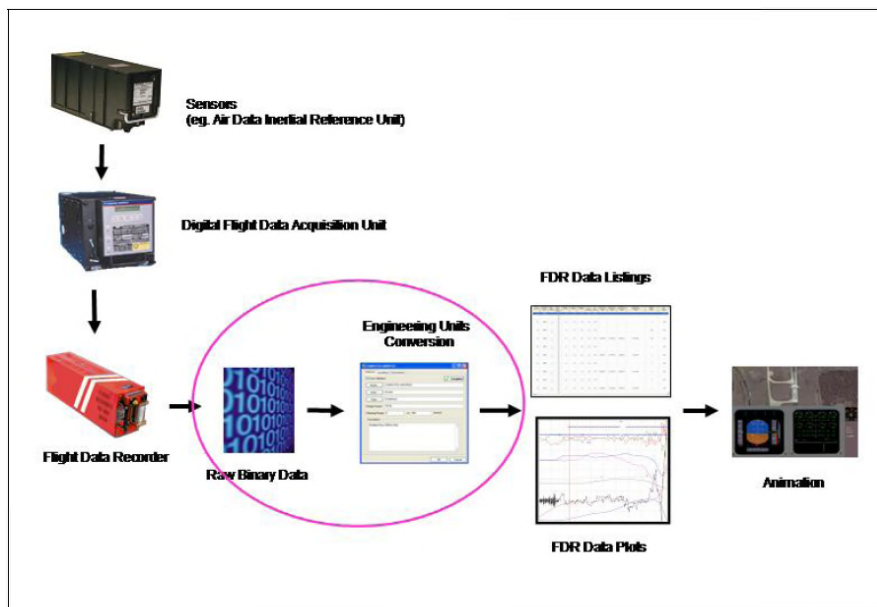
Gambar 1-2. Pemecahan Kode Bit Harvard Bi-phase

ARINC 717 mempunyai fungsi yang sama dengan ARINC 573 tetapi dengan tambahan sejumlah laju bit dan ukuran *frame* yang berbeda. ARINC 717 menyediakan juga arus data keluaran alternatif yang identik dengan yang utama (*Harvard Bi-Phase*) tetapi terkode dalam format BPRZ (*bipolar return-to zero*) yang sama dengan ARINC 429.



Gambar 1-3. Contoh Pemecahan Kode Bit ARINC 429

Susunan parameter dan cara memecahkan kodenya untuk dikonversi menjadi satuan teknik (*engineering units*) dituangkan dalam dokumen yang biasanya disebut *Data Frame Layout* (DFL). Data mentah dari FDR pada dasarnya tidak dapat dimengerti. DFL inilah yang nantinya digunakan sebagai dasar pembuatan perangkat lunak untuk membaca dan melakukan konversi (perhatikan bagian dalam lingkaran pada gambar di bawah) dari data mentah menjadi data dalam satuan teknik yang lebih berarti. Data ini biasanya ditampilkan dalam bentuk Tabel dan grafik. Data ini bahkan dapat digunakan untuk membuat animasi dari operasi penerbangan pesawat udara tersebut. Gambaran dari alur pembacaan sampai konversi data di atas dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 1-4. Alur Pembacaan FDR

Data FDR dalam satuan teknik lebih lanjut dapat dimanfaatkan untuk keperluan rutin maupun tidak rutin. Untuk keperluan rutin, data FDR diperlukan khususnya untuk mengetahui:

- Parameter yang tidak direkam
- Data yang hilang
- Sinyal data yang tidak normal atau melebihi batas (*exceedance*)
- Kejadian (*event*)
- Data OOOI

Catatan:

- *Exceedance* adalah kejadian atau kondisi di mana nilai parameter pesawat udara yang dipantau keluar dari rentang yang diizinkan.
- *Event* adalah kejadian atau kondisi di mana nilai parameter pesawat udara yang sudah ditentukan diukur. *Event* mewakili kondisi yang harus dilacak dan dipantau pada berbagai fase terbang dan didasarkan pada parameter yang tersedia pada armada tertentu.
- OOOI = *Out of the gate* (keluar gerbang/pintu), *Off the ground* (terangkat dari bumi/landasan pacu), *On the ground* (menyentuh bumi/landasan pacu), *Into the gate* (masuk gerbang/pintu).

FDR *read out* juga diperlukan untuk tujuan-tujuan khusus/tidak rutin, seperti penyelidikan kecelakaan pesawat udara.

Untuk kepentingan-kepentingan di atas, proses pembacaan data FDR, dari pengunduhan, konversi, hingga analisis data cukup dilakukan setelah pesawat udara mendarat. Namun pada perkembangan selanjutnya, di antaranya adanya kejadian jatuhnya pesawat udara penumpang *Air France 447* yang hilang di Samudra Atlantik pada bulan Juni 2009 dan hilangnya pesawat udara *Malaysia Airlines* dengan nomor penerbangan MH370 di Samudra Hindia pada bulan Maret 2014, terdapat kepentingan-kepentingan untuk segera melakukan analisis data tersebut, antara lain:

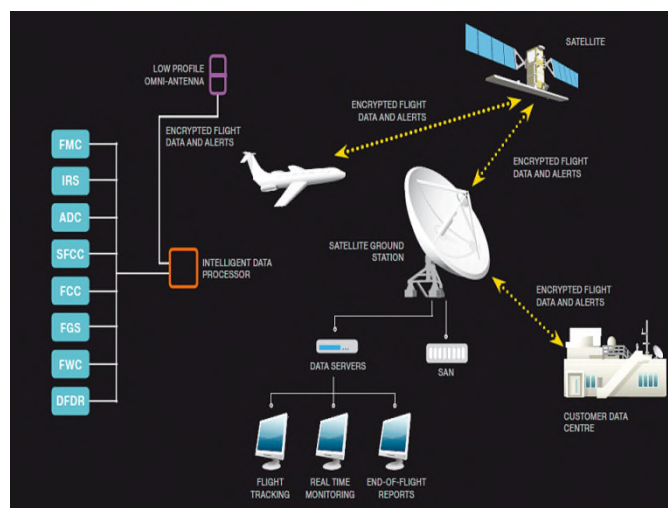
- Pelacakan posisi terbang pesawat udara
- Aspek-aspek operasi terbang yang membutuhkan kesegeraan penanganan sesuai kebijakan maskapai penerbangan bersangkutan

Beberapa perusahaan telah mengupayakan pelacakan posisi terbang pesawat udara secara waktu nyata, misalnya yang telah dilakukan oleh *Flightradar 24* dengan menggunakan beberapa sumber data seperti dari ADS-B, MLAT dan FAA. Namun metode yang mereka gunakan tidak mencakup pengiriman data yang diperlukan untuk mengetahui atau mendeteksi aspek-aspek operasi terbang yang diperlukan. Ini terjadi karena data yang diperlukan berukuran cukup besar dan tidak didukung oleh protokol yang mereka gunakan.

Sebagian perusahaan yang lain mempergunakan metode berbeda untuk pengiriman data, seperti melalui satelit, antara lain:

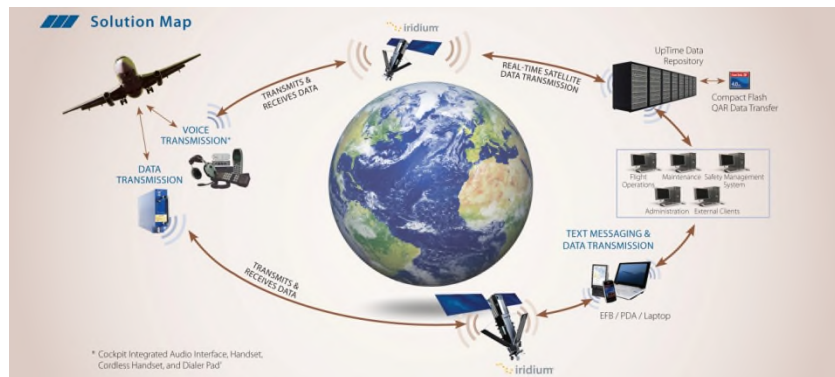
- *Star Navigation Systems Group Ltd*
- *FLYHT Aerospace Solutions Ltd*

Star Navigation Systems Group Ltd menyodorkan layanan pemantauan pesawat udara waktu nyata komprehensif yang menyediakan data kinerja operasi dengan analisis dan diagnosa yang proaktif melalui laman internet yang aman. Berikut gambaran sistem yang dibangun perusahaan ini:



Gambar 1-5. ADS (*Airborne Data Service*) *Star Navigation Systems Group Ltd*

FLYHT Aerospace Solutions Ltd menyodorkan produk dan layanan utama berupa *Automated Flight Information Reporting System*, atau *AFIRSTM*. Sistem ini dapat beroperasi pada banyak tipe pesawat udara dan menyediakan beberapa fungsi seperti pengiriman pesan suara dan teks, pengumpulan dan transmisi data. Operator pesawat udara dapat menggunakan informasi ini untuk meningkatkan keselamatan, memperbaiki layanan, dan meningkatkan laba. Berikut gambaran sistem yang dibangun perusahaan ini:



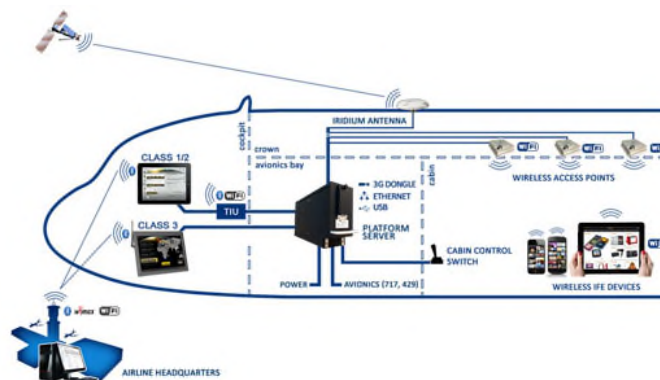
Gambar 1-6. Peta Solusi *FLYHT Aerospace Solutions Ltd*

penulis pada saat berperan sebagai *Domain Specialist/Systems Engineer* pada sekira akhir tahun 2009 hingga pertengahan 2011 di perusahaan bernama *Flight Focus Pte Ltd*, bersama tim (teknis) berupaya membangun sistem berupa pemanfaatan sistem perekaman pesawat udara untuk pemantauan waktu nyata yang pada dasarnya mempunyai konsep yang serupa dengan yang dibangun oleh kedua perusahaan di atas. Perbedaannya adalah pada detail fitur dan aspek bisnis, terutama pada aspek harga layanan. Namun untuk hal-hal ini, bukan merupakan tanggung jawab penulis, dan diurus oleh tim bisnis yang berbeda.

Sistem yang dibangun oleh penulis bersama tim merupakan suatu *platform* yang dapat diterapkan pada berbagai tipe pesawat udara dan mencakup beberapa fitur utama, antara lain:

- *Flight Following*, yang berfungsi untuk memantau posisi terbang pesawat udara
- *Flight Planning*, yang menitikberatkan kepada perencanaan *route* terbang yang ekonomis dan manajemen bahan bakar
- *Virtual Quick Access Recorder (VQAR)*, yang berfungsi sebagai perekam data penerbangan

Semua fitur utama bersama-sama dengan fitur-fitur lain digabung pada *platform* yang dibangun dengan nama menjadi *FFP (Flight Focus Platform)*. Keseluruhan sistem dari *FFP* ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1-7. *Flight Focus Platform*

FFP ini sebelumnya diberi nama *AMDS (Advanced Mission Display System)* karena mencakup dipasangnya layar tampilan tambahan di sisi kiri pilot dan kanan kopilot sebagai *EFB Electronic Flight*

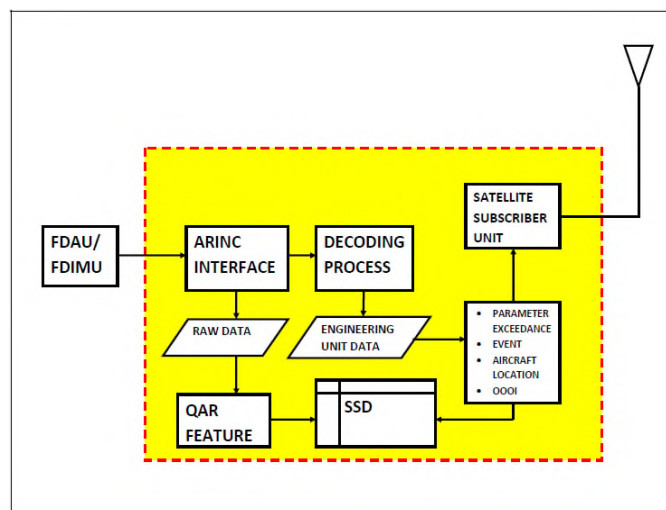
Bag) yang mencakup fitur-fitur lain seperti penyimpanan peta dan dokumen-dokumen panduan. Sebagai gambaran, EFB ini dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 1-8. EFB di Sisi Pilot

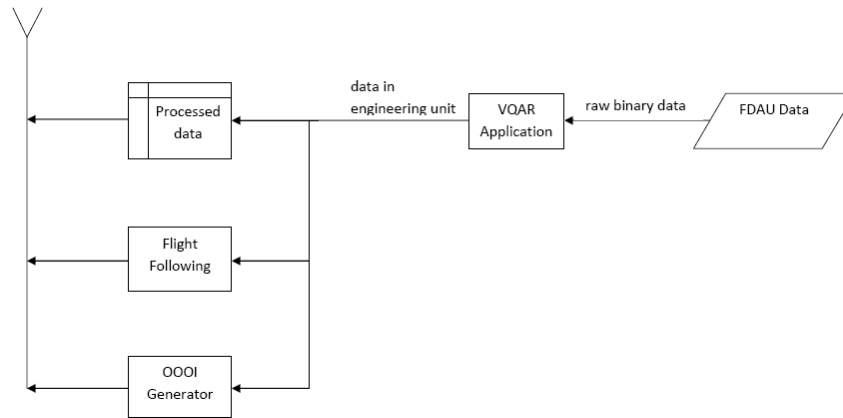
2. METODOLOGI

Pada tahap eksperimen, penulis memulai penelitian dengan merancang fitur VQAR, sedangkan fitur-fitur yang lain dirancang oleh tim yang lain, sekalipun fitur-fitur yang lain memanfaatkan data keluaran dari fitur VQAR. VQAR dirancang untuk dapat membaca data mentah yang diambil dari FDAU dan mengkonversinya menjadi data dalam satuan teknik, kemudian menggunakan data ini untuk dapat mengirimkan informasi lokasi pesawat udara (bagi fitur *Flight Following*), mendeteksi OOOI, dan dapat digunakan untuk mendeteksi *event*, yaitu suatu kejadian atau kondisi yang dipantau pada berbagai fase terbang di mana dilakukan pengukuran pada nilai-nilai parameter pesawat udara yang telah ditentukan sebelumnya. Secara luas, event mencakup juga kondisi di mana parameter pesawat udara yang diukur, berada di luar batas rentang operasional yang diizinkan (*parameter exceedance*). Dalam hal ini, event dideteksi jika masuk dalam kriteria berdasarkan nilai-nilai parameter tersebut. Skema sistem dari fitur VQAR dapat dilihat berikut ini:



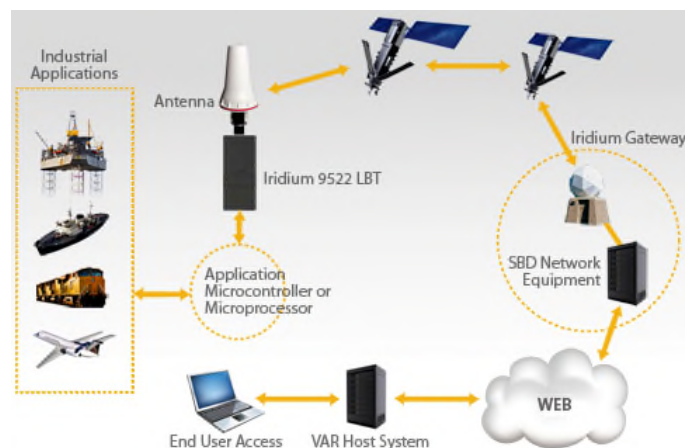
Gambar 2-1. Skema Sistem VQAR

Namun dalam perkembangannya, data dalam satuan teknik tidak digunakan untuk menangkap *event* secara luas dan terbatas hanya pada mendeteksi nilai parameter yang di luar batas rentang yang diizinkan. Secara sederhana, skema sistemnya pada tahap eksperimen disederhanakan menjadi sbb:



Gambar 2-2. Skema Sistem Sederhana VQAR

Sebagaimana terlihat dalam skema di atas, FFP mengambil data dari arus data yang berasal dari FDAU dengan protokol ARINC 717, kemudian menyimpan data dalam VQAR. Aplikasi VQAR ini ditanamkan dalam *board* khusus yang menjadi salah satu bagian utama dalam FFP. Data yang diambil dari FDAU, selain disimpan dalam VQAR, juga digunakan untuk fitur *Flight Following* dan *Flight Planning*. Pengiriman data, terutama untuk *Flight Following*, dilakukan dengan transmisi melalui satelit Iridium. Sistem satelit ini menawarkan banyak jenis layanan. Pada pengembangan FFP ini, layanan yang dipakai adalah Iridium SBD (*Short Bus Data*). Iridium SBD adalah layanan dengan kapabilitas hubungan jaringan yang sederhana dan efisien untuk mentransmisikan pesan data singkat antara peralatan dan sistem komputer pengatur yang tersentralisasi. Layanan ini dapat diintegrasikan pada aplikasi pasar yang ada, misalnya pada industri minyak dan gas, kereta api, kapal laut, pesawat udara, dan keperluan pemerintah atau militer. Secara singkat, layanan ini dapat digunakan untuk keperluan pengiriman data dari berbagai wahana sampai ke pengguna akhir (*end user*) sebagaimana dapat dilihat pada gambaran berikut:



Gambar 2-3. Alur Pengiriman Data Sistem Satelit Iridium

Pada tahap eksperimen, pesawat udara yang dijadikan objek eksperimen adalah Airbus A320 dari maskapai penerbangan AirAsia Malaysia (*ICAO Call Sign: AXM*). DFL dari pesawat udara ini dibuat oleh

SAGEM yang membuat *Flight Data Interface and Management Unit* (FDIMU) buat pesawat udara ini yang fungsinya sama dengan FDAU. Potongan dari dokumen DFL ini dapat dilihat berikut ini:

SAGEM		DATA FRAME REPORT-ORDER BY WORD										AXM		
Word	SF	Frame	Bit Out	Data Bits	Parameter Description	Source	Part	Rate (Hz)	Bit In	Word Range Min	Word Range Max	Resolution	Unit	Calc Loc?
12	1.4	-	2	2	FCDC bus EFCS status word #2	FCDC-1/041/01 FCDC-2/041/10	1	4	20					
13	1.4	-	12	1	Lateral acceleration	SDAC-1/032/01 SDAC-2/032/01	1	4	29				G	
	1.4	-	11	9	Lateral acceleration	SDAC-1/032/01 SDAC-2/032/01	2	4	27				G	
	1.4	-	2	1	FCU Discrete status word (Label=272 SDI=00)	FCU1A/272/00 FCU1B/272/00	1	1	23					
	1.4	-	1	1	FCU Discrete status word (Label=272 SDI=00)	FCU1A/272/00 FCU1B/272/00	1	1	23					
14	1.4	-	12	12	Total fuel quantity (lbs)	FQIC/247/10	1	1	26				LBS	
15	1.4	-	12	2	Total fuel quantity (lbs)	FQIC/247/10	2	1	28				LBS	
	1.4	-	10	2	Pb burner pressure engine #1	ECU-1/264/01	2	1	28				PSIA	
	1	-	8	1	Present position latitude	IRS-1/310/ IRS-2/310/	1	1/4	29				DEG	
	1	-	7	7	Present position latitude	IRS-1/310/ IRS-2/310/	2	1/4	27				DEG	
	2	-	8	8	Present position longitude	IRS-1/311/ IRS-2/311/	2	1/4	29				DEG	
	3	-	8	8	OIL quantity engine #1	FWC-1/073/01 FWC-2/073/01	1	1/4	27				QUART	
	4	-	8	8	OIL quantity engine #2	FWC-1/073/10 FWC-2/073/10	1	1/4	27				QUART	
16	1.4	-	12	12	Pb burner pressure engine #1	ECU-1/264/01	1	1	26				PSIA	
17	1.4	-	12	1	Selected TLA (Throttle resolver angle) engine #1	ECU-1/133/01	1	1	29				DEG	
	1.4	-	11	5	Selected TLA (Throttle resolver angle) engine #1	ECU-1/133/01	2	1	27				DEG	
	1	-	6	6	GMT date	FDIR/260/00	1	1/4	29					
	2	-	5	5	GMT date	FDIR/260/00	2	1/4	23					
	3	-	4	4	Flight phases	FWC-1/126/01 FWC-2/126/01	1	1/4	14					

03/05/2010 10:41:38
3/31

Version : 3369 Description : A318,A319,A320,A321,CTM Ext, ED48 A100/A200 - 22 July 2009

Gambar 2-4. Potongan Dokumen DFL

Pada tahap eksperimen ini, penulis memimpin beberapa *software developer* untuk mengembangkan aplikasi VQAR, dengan terlebih dahulu memberikan *training* kepada mereka tentang sistem pesawat udara, ARINC 717, ARINC 429, DFL, cara membaca data mentah dan mengkonversi menjadi data dalam satuan teknik secara matematik, memberikan arahan simulasi, memantau proses penulisan program komputer serta memeriksa hasil setelah program komputer dijalankan, dan memeriksa proses serta hasil simulasi.

Pembacaan dan konversi data mentah dapat dicontohkan untuk parameter *Present Position Latitude* pada suatu waktu sebagai berikut:

- Posisi Word : 15 dan 229 (dari dokumen)
- Posisi Subframe : 1 (dari dokumen)
- Jumlah Bit : 20 (dari dokumen)
- Resolusi : 0.000171661376953 (dari dokumen)
- Nilai Biner : 00000011111001110011 (dari data mentah)
- Nilai Desimal : 15987 (konversi dari nilai biner)
- Nilai Satuan Teknik: $15987 * 0.000171661376953 = 2.744350433347611$ derajat

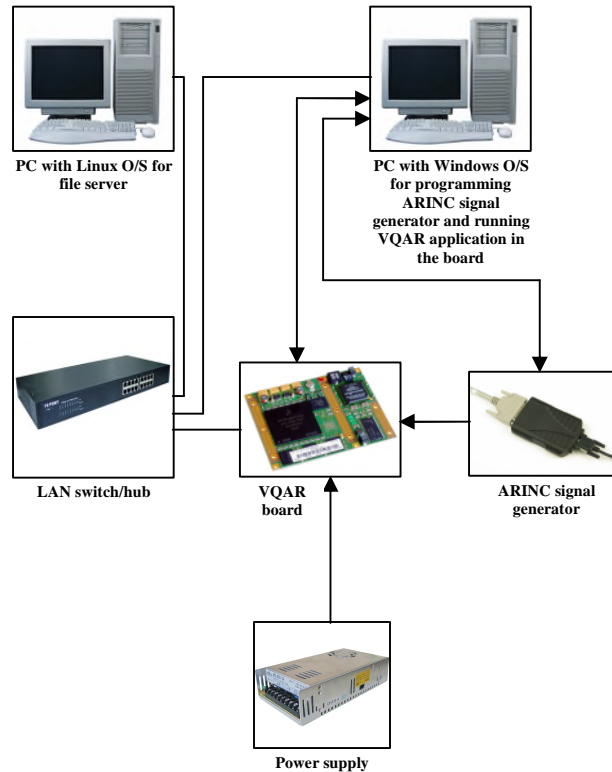
Beberapa parameter yang diperlukan untuk fitur *Flight Following* antara lain:

- Waktu (bisa didapat dari parameter UTC atau *Universal Time Coordinated*)
- Sudut arah hidung pesawat udara (*Heading*)
- Ketinggian terbang (*Altitude*)
- Latitud (*Present Position Latitude*)
- Longitud (*Present Position Longitude*)

Pada perkembangan selanjutnya, aplikasi untuk mengkonversi data mentah menjadi data dalam satuan teknik juga diterapkan pada aplikasi *ground system* untuk selanjutnya digunakan oleh fitur lain, terutama

yang berkaitan dengan fitur *Flight Planning* dan *Flight Following*. Aplikasi *ground system* ini yang nantinya dipasang pada markas penyedia layanan ini, dan pada pelanggan layanan ini.

Karena pada tahap eksperimen ini masih belum memungkinkan untuk mengaplikasikan sistem pada pesawat udara secara langsung, maka dilakukan simulasi di laboratorium dengan menggunakan data mentah yang diunduh sebelumnya dari FDR, catu daya, komputer, *ARINC signal generator*, dan *VQAR board* yang ada. Susunan peralatan yang digunakan dalam simulasi dapat dilihat berikut ini:



Gambar 2-5. Susunan Peralatan untuk Simulasi VQAR

Dalam simulasi ini, data mentah disimpan dalam satu komputer. Dalam komputer ini sudah dipasang aplikasi untuk mengirimkan data mentah ini yang dikirim ke *ARINC signal generator* untuk membangkitkan sinyal ARINC 717 untuk mengirimkan arus data ke *VQAR board*. Pembacaan dan konversi data mentah menjadi data dalam satuan teknik dilakukan dalam *VQAR board* yang diatur oleh aplikasi dalam komputer. Data yang sudah dalam satuan teknik kemudian diolah lagi oleh *VQAR board* untuk beberapa fitur sebagaimana telah disebutkan di atas dan dikirimkan ke peralatan lain serta *server* yang disimulasikan oleh komputer yang lain. Setelah beberapa kali simulasi berhasil diselesaikan, aplikasi *VQAR* yang dikembangkan, ditanamkan ke dalam *VQAR board*.

Setelah eksperimen dinyatakan selesai, tahap selanjutnya adalah penulis bersama anggota tim yang lain mengambil langsung data dari pesawat udara dengan menyadap arus data dari *FDIMU* dengan menyambungkan kabel dari titik terminal yang berasal dari *FDIMU* sesuai dokumen *Wiring Diagram Manual* pesawat udara Airbus A320 ke *VQAR board*. Setelah beberapa kali kegiatan pengambilan data dari pesawat udara, tahap ini juga berhasil diselesaikan.

Tahap selanjutnya adalah mengintegrasikan fitur *VQAR* ini dengan fitur-fitur lain yang dikembangkan oleh tim-tim yang lain dalam *FFP*. Tahap ini juga mencakup pengiriman data dengan transmisi satelit dan integrasi dengan *ground system*. Transmisi via satelit dilakukan untuk mengirimkan pesan tiap 3 menit sekali. Pada tahap ini penulis memimpin beberapa *software tester* untuk melakukan pengujian terhadap sistem setelah dilakukan integrasi, apakah sistem menunjukkan kinerja sebagaimana spesifikasi dari rancangannya ataukah tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari semua kegiatan yang dijalani di atas, ternyata sistem yang dikembangkan dapat menunjukkan kinerja sesuai spesifikasi rancangan, yang dalam hal ini adalah untuk pemantauan dengan waktu nyata. Khususnya untuk fitur *Flight Following*, sistem dapat menunjukkan lokasi pesawat udara dari waktu ke waktu. Hasil dari fitur ini dapat ditampilkan pada layar monitor dari *ground system* yang dipasang di kantor sebagaimana dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3-1. Ground System yang Terintegrasi dengan Fitur Flight Following

Walaupun dapat menunjukkan kinerja sesuai spesifikasi rancangan, ternyata berdasarkan referensi, terdapat juga daerah-daerah di mana layanan satelit Iridium “dimatikan”, misalnya yang terkait dengan daerah operasi militer tentara Amerika Serikat. Dengan demikian, pada daerah-daerah seperti ini, fitur *Flight Following* tidak dapat menunjukkan kinerja seperti yang diharapkan.

Pada perkembangan selanjutnya, FFP diterapkan pada pesawat udara. Namun karena ada regulasi-regulasi yang mengatur tentang perangkat lunak pada sistem dan peralatan pesawat udara, maka perlu upaya lebih untuk sertifikasi menurut regulasi-regulasi ini.

Salah satu regulasi yang dijadikan acuan adalah DO-178B (*Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*) sebagai panduan yang terkait dengan aspek keselamatan dari perangkat lunak yang digunakan dalam sistem pesawat udara dan menjadi baku untuk mengembangkan sistem perangkat lunak avionik. Dalam DO-178B, dikenal ada tingkat perangkat lunak (*software level*) terkait dengan kondisi kegagalan yang berdampak kepada pesawat udara, awak pesawat, dan penumpang, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 3-1. Tingkat Perangkat Lunak

Tingkat	Kondisi Kegagalan	Keterangan
A	Katastropik (<i>Catastrophic</i>)	Kegagalan dapat mengakibatkan kecelakaan. Terdapat kesalahan atau kehilangan fungsi kritis yang diperlukan untuk menerbangkan dan mendaratkan pesawat udara dengan selamat.
B	Berbahaya (<i>Hazardous</i>)	Kegagalan mempunyai dampak negatif yang besar terhadap keselamatan atau kinerja, atau mengurangi kemampuan awak pesawat untuk mengoperasikan pesawat udara akibat tekanan fisik atau beban kerja yang lebih tinggi, atau dapat mengakibatkan cedera serius atau fatal pada penumpang.
C	Mayor (<i>Major</i>)	Kegagalan cukup berarti, tetapi mempunyai dampak yang lebih kecil daripada kegagalan berbahaya di atas (misalnya menyebabkan ketidaknyamanan penumpang daripada cedera) atau meningkatkan beban kerja awak pesawat secara berarti.
D	Minor (<i>Minor</i>)	Kegagalan patut diperhatikan, tetapi mempunyai dampak yang lebih kecil daripada kegagalan mayor di atas (misalnya menyebabkan ketidaknyamanan penumpang atau perubahan rencana terbang yang rutin).
E	Tidak ada dampak (<i>No Effect</i>)	Kegagalan tidak mempunyai dampak terhadap keselamatan, operasi pesawat udara, atau beban kerja awak pesawat.

Pengajuan sertifikasi DOA-178B melibatkan proses yang cukup panjang dengan serangkaian pengujian. Pada awalnya FFP diuji dan disertifikasi untuk tingkat E. Namun dengan bertambahnya fitur yang diterapkan, sertifikasi yang diajukan naik ke tingkat D, bahkan ke C.

Selain itu, bagi perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak yang dipakai pada sistem pesawat udara, terdapat regulasi yang mengatur perolehan persetujuan dari otoritas penerbangan, yaitu persetujuan sebagai organisasi perancangan atau DOA (*Design Organization Approval*). Organisasi perancangan berarti organisasi yang bertanggung jawab untuk perancangan pesawat udara, mesinnya, propeler, APU (*Auxiliary Power Unit*), dan suku-suku cadang terkait, juga memegang, atau mengajukan TC (*Type-Certificate*), STC (*Supplemental Type-Certificate*), perubahan, atau perbaikan persetujuan perancangan yang sudah ada. Oleh karena itu, penyedia layanan FFP harus juga mendapatkan DOA ini. Tentu persetujuan ini pun melibatkan proses yang cukup panjang untuk mendapatkannya dari otoritas penerbangan.

Di samping itu juga, pemasangan FFP pada pesawat udara membutuhkan adanya STC. STC inipun melibatkan proses tersendiri untuk mendapatkannya dari otoritas penerbangan yang melibatkan juga pabrikan pesawat udaranya, dalam hal ini adalah Airbus.

Selain proses-proses yang terkait dengan regulasi-regulasi di atas, pertimbangan biaya dalam menjalankan fitur-fitur FFP ini perlu diperhatikan, salah satunya dari layanan satelit Iridium yang berbayar. Pada saat fitur *Flight Following* dikembangkan, harga SBD dari Iridium adalah sekira \$1.25/kb hingga \$1.80/kb dengan biaya minimum \$0.05 per pesan untuk semua tempat di dunia. Jika diambil biaya minimum ini untuk 1 jam transmisi data dalam penerbangan dengan interval pengiriman data 3 menit sekali, maka didapat angka biaya yang harus dibayarkan penyedia layanan kepada Iridium sebesar: $(60 \text{ menit}/3 \text{ menit}) * \$0.05 = \$1$

Angka di atas memang cukup kecil. Tetapi karena data yang dikirim dapat berukuran relatif besar (sekalipun sudah dilakukan proses kompresi data), maka harga ini bisa menjadi lebih besar. Jika biaya ini saja sudah besar, maka tentu tagihan penyedia layanan kepada pengguna layanan akan lebih besar lagi, karena adanya biaya produksi yang harus ditanggung penyedia layanan, seperti gaji karyawan, pembuatan perangkat lunak dan perangkat keras.

Oleh karena itu, mengingat hal tersebut di atas, kemudian dilakukan upaya-upaya tindak lanjut dengan melakukan antara lain:

- Memikirkan metode-metode kompresi data yang memungkinkan didapatkan besar data yang efisien.
- Melakukan optimasi interval pengiriman data sehingga didapatkan interval yang optimal yaitu murah dari segi biaya tapi mencapai tujuan pengiriman datanya.
- Melakukan efisiensi proses pemrograman dengan menggunakan perangkat yang bisa meminimalkan kesalahan (atau *bug*) sehingga didapatkan kecepatan proses produksi, misalnya dengan perangkat lunak *Vector Cast*.
- Mempertimbangkan layanan satelit lain yang bisa menawarkan biaya yang lebih murah tetapi tetap dengan fitur yang memadai/memenuhi kebutuhan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil yang sudah didapat sebagaimana sudah dijelaskan di atas, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Aplikasi VQAR menunjukkan kinerja sebagaimana spesifikasi rancangan.
- Data yang diolah oleh aplikasi VQAR dapat digunakan dengan baik untuk fitur *Flight Following* yang dapat menunjukkan lokasi pesawat udara dari waktu ke waktu.
- Layanan satelit Iridium dapat digunakan untuk transmisi data yang diperlukan bagi fitur *Flight Following* sekalipun ada daerah-daerah yang tidak tercakup dalam layanan satelit Iridium.
- Biaya pengembangan, sertifikasi, layanan satelit Iridium, dan biaya produksi yang lain patut dipertimbangkan dalam biaya keseluruhan.
- Perlu dipikirkan metode kompresi data, cara transmisi, dan layanan transmisi data yang murah sehingga pengguna layanan dapat memperoleh penawaran harga yang kompetitif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dan membantu kegiatan penulis dalam melakukan penelitian dan mengembangkan sistem yang telah dijelaskan penulis di atas, terutama kepada semua kolega teman kerja penulis di *Flight Focus Pte Ltd* yang terlibat dalam pengembangan FFP pada rentang tahun 2009 awal hingga akhir 2012.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi menjadi tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Aji Jatmika Atmawijaya, 2009, *System Design of Flight Data Recorder System on AMDS Presentation* at PT Naviga Tech Asia Jakarta.
- 2) Flight Focus, 2010, *AMDS Presentation* at Jeppesen.

- 3) Flight Focus, 2010, *Integrated Dispatch System Brochure: ENGINE'S ON READY FOR TAKE OFF*.
- 4) Aji Jatmika Atmawijaya, 2010, *VIRTUAL QUICK ACCESS RECORDER (VQAR) DEMO PLAN*
- 5) SAGEM, 2010, *AXM PARAMETER REPORT*. Version : 3369.
- 6) SAGEM, 2010, *AXM DATA FRAME REPORT-ORDER BY WORD*. Version : 3369.
- 7) Airbus, 2010, REV. DATE : 01-May-2010. *A320 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL. AXM EFF: 001-099, 101-117*. France.
- 8) <https://www.flightradar24.com/how-it-works> diakses 12 April 2016.
- 9) <http://www.star-navigation.com/service/StarADS> diakses 12 April 2016.
- 10) <http://www.star-navigation.com/images/uploads/ads.png> diakses 12 April 2016.
- 11) <http://flyht.com/investors/why-invest-in-flyht/>, diakses 12 April 2016.
- 12) <http://www.flyht.com/wp-content/uploads/SolutionMap.jpg> diakses 12 April 2016.
- 13) <https://www.iridium.com/services/details/iridium-sbd> diakses 19 Mei 2016.
- 14) http://www.francesatellite.com/images/iridium_sbd_schema.jpg diakses 19 Mei 2016.
- 15) <https://www.facebook.com/Flight-Focus-181980381832537/>, diakses 19 Mei 2016.
- 16) <https://en.wikipedia.org/wiki/DO-178B>, diakses 25 Mei 2016.
- 17) Personal Satellite Network, Inc. 20054, *Iridium™ SMS and SBD*.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



DATA UMUM

Nama Lengkap : Aji Jatmika Atmawijaya
Tempat & Tgl. Lahir : Bogor, 16 – 09 - 1974
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : Akademi Teknologi Aeronautika Siliwangi
NIP. / NIM. : 705899024
Pangkat / Gol.Ruang :
Jabatan Dalam Pekerjaan : Dosen tetap
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMAN 1 Surakarta Tahun: 1989 – 1992
STRATA 1 (S.1) : Teknik Penerbangan ITB Tahun: 1992 – 1999
STRATA 2 (S.2) : Teknik Penerbangan ITB Tahun: 2000 – 2003
STRATA 3 (S.3) : Tahun:

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Sekehaji II, G2- 96, Jatiendah, Cilengkrang, Kab. Bandung
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Pajajaran no. 120 Bandung
HP. : 0812 2116 210
Telp. : -
Email : aji.jatmika@gmail.com

RIWAYAT SINGKAT PENULIS



AJI JATMIKA ATMAWIJAYA, S.T, M.T, lahir di Kabupaten Bogor (Jawa Barat) pada hari Senin tanggal 16 September 1974, bekerja sebagai dosen di Akademi Teknologi Aeronautika Siliwangi (ATAS), sejak tahun 1999 selepas lulus dari program S1 Teknik Penerbangan ITB. Pendidikan ke program S2 Teknik Penerbangan ITB dilanjutkan dari tahun 2000 hingga 2003 setelah sekira setahun menjalani tugas sebagai dosen. Selama menjadi dosen di ATAS dan beberapa PTS yang lain, juga aktif di beberapa perusahaan swasta sebagai *engineer* dari tahun 2006 hingga sekarang. Selama aktif di perusahaan swasta, telah melakukan beberapa proyek bersama kolega yang salah satunya dikemukakan dalam SIPTEKGAN 2016 kali ini.