

MONITORING PARAMETER-PARAMETER FLIGHT DATA SECARA REALTIME

Gunta Akhiri ST. MT., Jauhar Wajdy ST.
PT. AERING
gunta.akhiri@aering.com

Abstrak

Monitoring parameter yang terdapat pada aliran data yang terekam pada *flight data recorder* (FDR) secara *realtime* diperlukan pada kegiatan-kegiatan testing, kalibrasi dan troubleshoot *flight data recording system* (FDRS). Kemampuan memonitor sinyal digital yang ada pada masukan FDR akan menampakkan sinyal yang merupakan representasi parameter, yang pada dasarnya tidak kasat mata, sehingga menjadi besaran-besaran dengan satuan teknik (*engineering unit*). Monitoring dilakukan pada perangkat berbasis *personal computer* (PC). PC dengan konfigurasi *standard* pada dasarnya tidak mengenali sinyal pada masukan FDR sehingga sinyal tersebut perlu disampaikan ke PC melalui adapter. Adapter mengenali dan mengambil sinyal pada masukan FDR dan menyampaikannya ke PC pada format sinyal digital lainnya yang dikenali PC. Format sinyal dan data pada aliran data FDR mengikuti protokol Standard ARINC 717, yang mendefinisikan karakteristik aliran sinyal digital yang masuk ke dalam FDR baik secara *hardware* kelistrikan maupun secara logika penyusunan data. Pengolahan sinyal digital pada adapter dilakukan oleh mikrokontroler. Keluaran (*output*) dari adapter diterima dan diolah oleh PC untuk kemudian dapat ditampilkan secara *realtime* dalam bentuk *raw data* maupun *engineering unit*.
Kata kunci: *flight data recorder* (FDR), FDRS, Sinyal ARINC 717, *flight data acquisition*, mikrokontroler.

Abstract

Parameter monitoring at the flight data recorder (FDR) input or ourput data stream is required in testing, calibration and troubleshoot of flight data recordingsystem (FDRS). Monitoring will reveal parameters represented in the signal into the form of values in engineering units. A standard personal computer (PC) based device that is equiped with special adapter is used in monitoring. The adapter recognizes, procesess, captures and delivers the signal in the PC known format to PC. The signal at input and output of FDRcomforms with ARINC 717 Standard. The ARINC 717 Standard defines the characteristics of signal stream for the electrical specifications and data logics specifications. The adapter contains microcontroller used in processing the digital signal from the FDR stream and delivering to PC. The PC receives, and processes FDR stream to be displayed and recorded in raw or engineering unit values.
Keywords: flight data recorder (FDR), FDRS, ARINC 717 Signal, flight data acquisition, microcontroller

1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang sipil komersil dalam wilayah terbang di Republik Indonesia diwajibkan untuk memasang *blackbox* yang berfungsi untuk merekam data penerbangan dan suara. Kewajiban ini juga diatur dalam peraturan penerbangan sipil Internasional. *Blackbox* yang berfungsi untuk merekam data dikenal dengan *Flight Data Recorder* (FDR). FDR berfungsi untuk mengumpulkan dan merekam data dari berbagai sensor di pesawat terbang ke dalam media perekam yang tahan terhadap kecelakaan. Pada dasarnya, data FDR digunakan dalam membantu investigasi untuk menentukan penyebab kecelakaan pesawat, apakah disebabkan oleh kesalahan pilot, faktor eksternal atau permasalahan sistem pesawat. Lebih jauh, data tersebut digunakan dalam peningkatan desain maupun memprediksi permasalahan-permasalahan pada pesawat terbang.

Parameter-parameter terbang yang terekam dalam FDR dapat dilihat secara *offline*, yaitu dengan mengunduh data dari unit perekam, yaitu FDR. Pembacaan parameter-parameter FDR secara *offline* diwajibkan dalam peraturan keselamatan penerbangan sipil (PKPS) atau yang lebih dikenal dengan CASR

(*Civil Aviation Safety Regulation*) dalam periode satu tahun sekali. Pembacaan ini dimasukkan untuk memastikan bahwa sistem perekaman data pesawat terbang memenuhi kelaikan sesuai dengan persyaratan-persyaratan dalam regulasi tersebut. CASR juga mewajibkan untuk mengkalibrasi sistem perekaman pesawat terbang.

Dalam hal terdapat permasalahan pada sistem perekaman ini, misalnya ada parameter yang tidak terekam dengan benar atau terjadinya perekaman parameter yang diluar nilai kalibrasi, maka diperlukan monitoring parameter-parameter data FDR secara *realtime* untuk membantu langkah-langkah *troubleshoot* dan penyelesaian masalah. Pembacaan data FDR secara *realtime* juga diperlukan ketika proses validasi dan verifikasi FDRS setelah selesai instalasi. Pembacaan parameter-parameter terbang secara *realtime* dilakukan melalui pengambilan sinyal listrik data FDR, dan mengirimkannya ke perangkat pengolah, sampai sinyal FDR tersebut dapat ditampilkan baik dalam bentuk data mentah maupun data dalam *engineering* unit.

Agar dapat memonitor parameter-parameter *flight data* secara *realtime* melalui kanal-kanal ARINC 717 yang terdapat pada pesawat terbang, diperlukan perangkat baik *hardware* maupun *software*. Mengingat ketersediaan perangkat masih terbatas, maka perangkat-perangkat tersebut perlu dikembangkan. Dalam penelitian ini dilakukan pengembangan peralatan pemonitor sinyal ARINC 717 baik berupa *hardware* adapter, maupun perangkat lunak aplikasi yang berjalan pada personal komputer (PC).

2. FLIGHT DATA RECORDING SYSTEM (FDRS)

Sistem perekaman data penerbangan, FDRS, dapat digambarkan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Data penerbangan bersumber dari berbagai sistem pada pesawat terbang. Data dapat bersumber dari sensor maupun komputer-komputer. Data tersebut kemudian dikumpulkan dan diformat oleh *flight data acquisition* unit (FDAU). Data yang sudah diformat secara digital kemudian dikirimkan ke FDR. Standar FDRS yang banyak digunakan adalah ARINC 717.



Gambar 2-1. Flight Data Recording System

Aeronautical Radio, Incorporated (ARINC) lahir pada tahun 1929 adalah perusahaan penyedia sarana komunikasi transportasi dan solusi rekayasa sistem pada industri aviasi, bandara, pertahanan, pemerintahan, kesehatan, jaringan, keamanan dan transportasi. Sepanjang sejarahnya, ARINC dimiliki oleh maskapai-maskapai penerbangan dan pembuat pesawat seperti Boeing. Salah satu kegiatan utama ARINC adalah penerbitan “ARINC Standard” melalui AEEC (*Airlines Electronics Engineering Committee*). Standard ARINC 717 merupakan salah satu publikasi ARINC yang memberikan panduan dalam perancangan dan instalasi sistem akuisi data dan perekaman terutama pada pesawat terbang komersil (airline). Komponen-komponen minimum yang terinstall pada suatu FDRS adalah

- 1) DFDAU (*Digital Flight Data Acquisition Unit*),
- 2) DFDR (*Digital Flight Data Recorder*),
- 3) Akselerometer, dan
- 4) Panel kontrol.

FDAU adalah unit akuisisi utama yang berfungsi dalam *sampling, conditioning, digitize* atau reformat data penerbangan. FDR adalah unit perekam data penerbangan dengan media perekam yang tahan terhadap kecelakaan. Akselerometer memberikan informasi akselerasi yang diperlukan dalam perekaman data penerbangan yang merupakan sumber data utama FDRS. Panel kontrol memberikan fasilitas untuk test dan kontrol *power*.

Sumber-sumber data FDRS dapat berasal dari transduser-transduser yang sudah ada dari subsistem pesawat terbang atau dari transduser-transduser tambahan. Sinyal listrik dari sumber data yang merupakan *input* bagi FDAU dapat berupa data *analog*, digital atau diskrit. *Input* data *analog* dapat berasal dari sinyal *synchro*, rasio voltase AC, voltase DC, rasio voltase DC, potensiometer, resistansi, *strain gauge*, maupun *thermocouple*. *Input* data digital berupa sinyal ARINC 429 yang didefinisikan secara detail dalam standard tersendiri. *Input* data diskrit berupa biner “on” atau “off”.

FDAU mengkondisikan dan memformat sinyal-sinyal *input* secara digital dan mengeluarkan sinyal yang sudah terformat tersebut untuk diberikan ke FDR bentuk sinyal ARINC 717. Sebagai kebutuhan untuk menjaga integritas data, FDR mengembalikan sinyal ARINC 717 yang diterimanya ke FDAU. Gambar menunjukkan diagram blok FDRS.

Sinyal ARINC 717 memiliki karakteristik kelistrikan maupun format data sebagaimana didefinisikan dalam Standar. Secara kelistrikan, sinyal ARINC 717 merupakan sinyal dengan pengkodean Harvard Bi-Phase dengan amplitudo 5 VDC. Pada pengkodean Harvard Bi-Phase, nilai logika bit direpresentasikan dengan ada atau tidaknya transisi level tegangan. Logika ‘1’ direpresentasikan dengan adanya transisi level tegangan pada pertengahan perioda sinyal. Sedangkan logika ‘0’ direpresentasikan dengan tidak adanya transisi level tegangan tersebut. Besarnya perioda sinyal tergantung pada kecepatan transmisi yang digunakan pada kanal ARINC 717.

Kecepatan pengiriman sinyal ARINC 717 adalah dalam *words per second* (WPS), yaitu menyatakan berapa banyak *word* yang terkirim setiap detiknya. Satu *word* berisikan sejumlah 12 bit data. ARINC 717 mengenal kecepatan pengiriman dalam 64 WPS, 128 WPS, 256 WPS, 512 WPS dan 1024 WPS. Pada sinyal ARINC 717 dengan kecepatan 64 WPS setara dengan kecepatan 768 bit per second. Perioda sinyal pada kecepatan ini adalah 1.302 ms/bit. Sehingga logika ‘1’ adalah jika terjadi transisi level tegangan dari 0 ke 5 Volt atau sebaliknya dari 5 Volt ke 0 dalam selang waktu 0.651 ms. Jika tidak ada transisi level tegangan dalam waktu tersebut, atau transisi baru terjadi pada selang waktu 1.302 ms, maka logika bitnya adalah ‘0’.

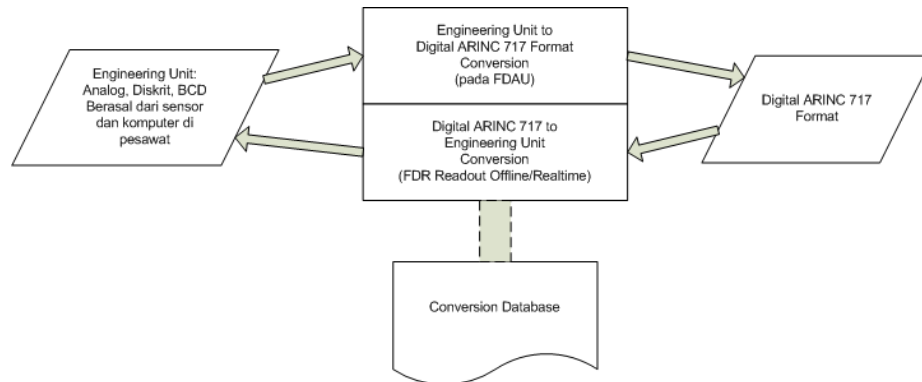
Format data ARINC 717 disusun dalam *frame* dan subframe. Satu *frame* terdiri dari 4 buah subframe. Satu subframe merupakan sejumlah *word* yang dikirim dalam satu detik. Pada sinyal ARINC 717 dengan kecepatan transmisi 64 WPS, maka satu subframe terdiri dari 768 bit. Setiap subframe ditandai dan dimulai dengan 12 bit (1 *word*) sinkronisasi yang ditempatkan pada *word* pertama. Masing-masing subframe memiliki kode bit-bit (*word*) sinkronisasi tersendiri. Sehingga dalam satu *frame* terdapat 4 buah subframe dengan kode sinkronisasi yang berbeda. *Word* kedua sampai ke-64 pada subframe dengan kecepatan 64 WPS berisi data parameter-parameter pesawat terbang.

ARINC 717 mengenal satu jenis *word* sinkronisasi, yaitu sinkronisasi yang sering disebut sebagai sinkronisasi *forward*. Sebenarnya sebelum adanya Standar ARINC 717, juga sudah dikenal sinkronisasi *reversed*. Dalam rangka menjaga kompatibilitas, perangkat-perangkat monitoring yang ada, pada umumnya mengenali kedua tipe *word* sinkronisasi.

Konversi Data pada FDRS

FDRS melibatkan beberapa konversi data dalam siklus perjalanan data mulai dari sensor, *transducer* atau komputer pada pesawat terbang sampai dengan penampilan (*representasi*) kembali data tersebut dalam *engineering* unit. Data *analog* dan diskrit yang berasal dari sensor atau transduser dikonversi oleh FDAU ke dalam data digital dalam format ARINC 717. Data digital ARINC 429 yang masuk ke FDAU

sudah mengalami konversi atau pemformatan dari komputer/unit di pesawat terbang yang mengeluarkan data tersebut. Sehingga untuk data ARINC 429, FDAU hanya melakukan pemformatan data digital ke dalam format ARINC 717. Ketika dilakukan pembacaan data FDR dilakukan kembali konversi sebaliknya baik pada pembacaan secara *offline* pada proses *readout* FDR, maupun pada pembacaan nilai-nilai engineering unit suatu aliran data ARINC 717 secara *realtime*. **Error! Reference source not found.** menunjukkan menunjukkan proses konversi data ARINC 717, dimana pada konversi tersebut melibatkan database konversi yang biasa juga dikenal dengan dataframe. Dataframe merupakan properti FDAU yang berisikan pemetaan bit-bit frame ARINC 717 dan formula konversinya. Sehingga pabrik pembuat pesawat yang juga melakukan perancangan FDRS termasuk FDAU-nya memiliki informasi dataframe tersebut.

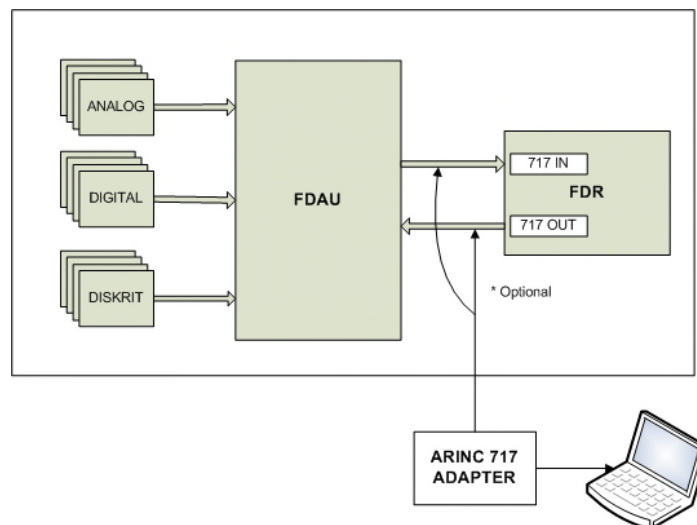


Gambar 2-2. Konversi Data ARINC 717

3. PENGEMBANGAN PERANGKAT MONITORING SINYAL ARINC 717

Data format ARINC 717 yang dikeluarkan oleh FDAU dapat ditangkap dan ditampilkan dengan menggunakan PC (personal computer) melalui sebuah aplikasi atau *software*. Aplikasi tersebut akan menangkap data yang dikirimkan oleh FDAU ke PC setelah melalui *hardware* adapter ARINC 717. Gambar menunjukkan diagram blok perangkat *monitoring* parameter-parameter pesawat melalui FDRS. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan perangkat pemonitor sinyal ARINC 717, yaitu:

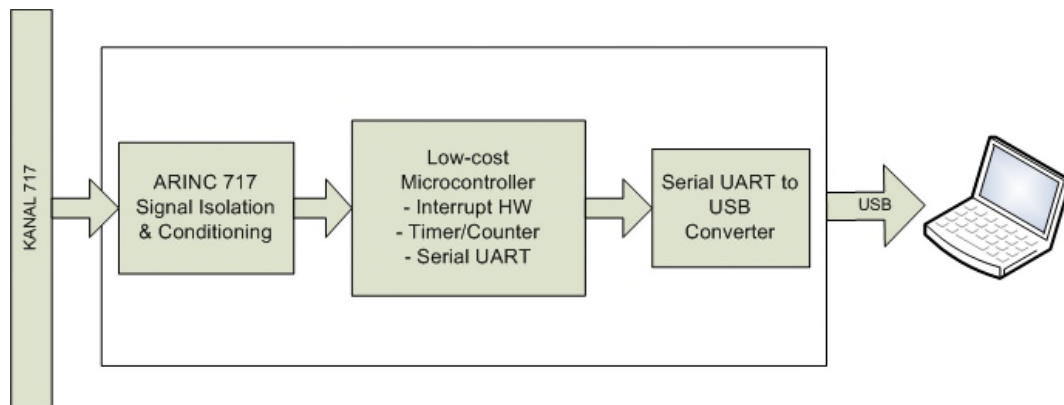
1. *Hardware* adapter ARINC 717, dan
2. *Software* aplikasi PC yang diberi nama ABUS 717.



Gambar 3-1. Diagram Blok FDRS Monitoring

Adapter ARINC 717

Adapter ARINC 717 berfungsi untuk mengambil sinyal ARINC 717 dari kanal sinyal dan menyampaikannya ke PC sehingga bisa diolah lebih lanjut. Pada penelitian ini adapter diimplementasikan pada hardware berbasis mikrokontroler murah. Adapter ARINC 717 dapat mengambil sinyal yang sama terdapat pada kanal 717IN maupun 717OUT sebagaimana ditunjukkan pada Gambar . Sinyal pada kanal 717IN adalah sinyal kiriman dari FDAU. Sedangkan sinyal pada kanal 717OUT merupakan sinyal yang sudah diproses oleh FDR. Adapter yang sudah dikembangkan sampai saat ini dapat menangani sinyal ARINC 717 dengan kecepatan transmisi 64 WPS, 128 WPS dan 256 WPS.



Gambar 3-2. Diagram Blok Adapter ARINC 717

Diagram blok adapter ARINC 717 yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar . PC menerima data adapter melalui port USB, dimana format datanya adalah format data serial RS232 dari Serial UART pada mikrokontroler. Data yang dikirimkan ke PC berupa isi setiap word yang ada dalam sinyal ARINC 717. Pengolah utama sinyal ARINC 717 adalah mikrokontroler yang menerima sinyal ARINC 717 yang sudah dikondisikan. Sinyal ARINC 717 tersebut juga terisolasi secara optik terhadap mikrokontroler untuk memudahkan pengolahan sinyal.

Mikrokontroler menganalisa sinyal ARINC 717 yang diterimanya dalam bentuk pulsa. Dari pulsa-pulsa tersebut, dapat ditentukan logika '1' atau '0' dari bit-bit data berdasarkan lebar tiap pulsa. Lebar tiap pulsa terbentuk dari waktu transisi level tegangan pada sinyal ARINC 717. Pewaktu transisi level tegangan memanfaatkan fitur *hardware interrupt* dan *timer/counter* pada mikrokontroler. Pada tahap awal pengoperasian adapter, mikrokontroler akan terlebih dahulu mensinkronkan operasinya dengan *word* (bit-bit) sinkronisasi yang ada pada sinyal ARINC 717. Sinkronisasi dilakukan dengan memverifikasi *word-word* sinkronisasi pada sebanyak empat buah subframe yang berurutan. Setelah terjadi sinkronisasi, mikrokontroler mengirimkan *word* demi *word* sinyal ARINC 717 yang diterimanya secara berurutan ke PC.

Selama mengenali sinyal, mengolah dan mengirimkannya ke PC, mikrokontroler secara terus menerus juga memvalidasi bit-bit dan *word-word* ARINC 717 dengan mengecek keberadaan *word* sinkronisasi setiap interval satu subframe. Jika sinyal yang diterima tidak valid, adapter akan melakukan sinkronisasi ulang terhadap sinyal ARINC 717 yang diterimanya.

Software Aplikasi PC untuk Monitoring

Agar data dari adapter ARINC 717, yang sudah dalam format yang dapat dimengerti oleh PC, dapat ditampilkan, diolah lebih lanjut dan dapat digunakan dalam monitoring secara *realtime*, diperlukan aplikasi PC. Dalam penelitian ini, kami mengembangkan aplikasi monitoring sinyal ARINC 717 yang kami namakan ABUS 717. Sesuai dengan kebutuhan dilapangan, aplikasi ini dapat menampilkan data mentah (*raw data*) dari sinyal ARINC 717 atau menampilkan parameter-parameter FDR dalam satuan

teknik (*engineering unit*). Supaya data ARINC 717 dapat dikonversi ke *engineering* unit diperlukan data frame FDRS pesawat yang sedang dalam pengukuran.

Software Aplikasi ABUS 717 bekerja secara *realtime* dan otomatis mengenali data ARINC 717 yang diterima. Setelah PC disambung dengan adapter ARINC 717 maka *Software* Aplikasi ABUS 717 menangkap semua data yang dikirim oleh FDAU melalui adapter ARINC 717. Data-data yang diterima dicek apakah ada pola word sinkronisasi baik *forward* maupun *reversed* dan apakah ada pola WPS baik 64, 128, 256, 512 maupun 1024. Jika didapatkan pola-pola word sinkronisasi dan WPS yang valid maka data-data yang diterima mulai disimpan dalam *software* aplikasi dan ditampilkan.

Representasi Mentah (Raw) Sinyal ARINC 717

Word#	SF1	SF2	SF3	SF4
1	583	1464	2631	3512
2	1	1	1	1
3	2	2	2	2
4	3	3	3	3
5	4	4	4	4
6	5	5	5	5
7	6	6	6	6
8	7	7	7	7
9	8	8	8	8
10	9	9	9	9
11	10	10	10	10
12	11	11	11	11
13	12	12	12	12
14	13	13	13	13
15	14	14	14	14
16	15	15	15	15

Gambar 3-3. Tampilan data mentah pada ABUS 717.

Pada Gambar 3-3 di atas, data ARINC 717 yang diterima ditampilkan dalam bentuk tabular dan diidentifikasi dengan nomor *word* (*word #*) dan subframe (SF1, SF2, SF3, SF4). *Word* 1 selalu berisi data sync. Pada bagian atas terdapat tombol-tombol yang digunakan untuk memilih range nomor *word* yang ingin ditampilkan. Tombol W01-16 digunakan untuk menampilkan data pada *word* 01 hingga *word* 16 dan seterusnya.

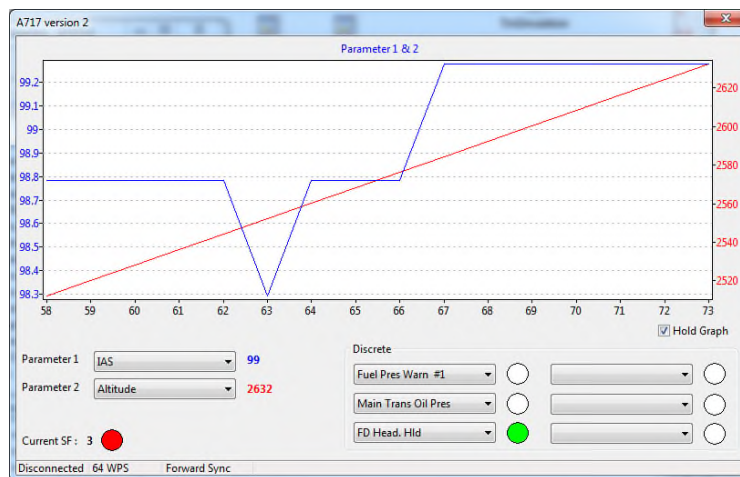
Pada bagian pojok kanan atas terdapat indikator subframe dari data yang sedang diterima/ditangkap. Jika ada data baru yang diterima maka indikator akan berkedip atau berubah warna. *User* bisa memilih mode tampilan dalam format *decimal*, *hexadecimal*, *octal* atau *binary*. Format *binary* sesuai untuk digunakan pada kebutuhan melihat perubahan data per-bit.

Software Aplikasi ABUS 717 juga dapat menampilkan data mentah ARINC 717 dalam tampilan grafik. Untuk tampilan atau mode grafik kita bisa menentukan nomor *word* dan subframe secara manual. Data *word* pada ARINC 717 terdiri dari 12 bit. Masing-masing parameter *flight* memiliki range bit yang bisa berbeda-beda. Parameter *discrete* bisa disimpan dalam 1 bit saja, misalnya untuk menyimpan data 1/0 atau ON/OFF. Untuk parameter *analog* bisa disimpan dalam 12 bit atau bahkan digabung dengan *word* lainnya.

Pengaturan *Slope* dan *Offset* diperlukan ketika kita ingin menampilkan nilai data agar sama dengan nilai *engineering* unitnya. Tetapi pengaturan ini sifatnya masih manual dan agak menyulitkan ketika *user* menggunakan *Software* Aplikasi ABUS 717 di lapangan. Oleh karena itu dikembangkan *Software* Aplikasi ABUS 717 yang melibatkan perhitungan untuk mengubah data mentah menjadi *engineering* unit dengan melibatkan *dataframe*.

Representasi Sinyal ARINC 717 dalam *Engineering Unit*

Software Aplikasi ABUS 717 dilengkapi dengan kemampuan untuk menampilkan data ARINC 717 dalam *engineering unit*. *Engineering unit* dari suatu sinyal ARINC 717 didapatkan melalui proses konversi raw data berdasarkan dataframe FDRS pesawat terbang dalam pengukuran. ABUS 717 menyimpan dataframe dalam bentuk database yang akan di-load secara otomatis ketika *software* aplikasi ini dijalankan. Pengguna dapat memilih dua parameter *analog* yang akan ditampilkan pada grafik dan 6 parameter diskrit yang ditampilkan dalam bentuk indikator. *Gambar* menunjukkan tampilan data *engineering unit* pada ABUS 717.



Gambar 3-4. Tampilan data *engineering unit* pada ABUS 717

4. PENERAPAN PERANGKAT MONITORING SINYAL ARINC 717

Pada bagian ini akan dibahas mengenai penerapan perangkat monitoring sinyal ARINC 717 yang telah dikembangkan dalam aplikasi penerbangan. Sebagaimana disampaikan pada bagian pendahuluan, kebutuhan untuk dapat memonitor sinyal dapat ditemukan pada banyak persoalan FDRS pesawat udara. Ada kebutuhan pemantauan yang timbul dari dalam manual/prosedur instalasi atau perawatan pesawat udara, seperti dalam validasi instalasi dan kalibrasi FDRS. Ada juga kebutuhan pemantauan FDRS yang tidak ditemukan sebelumnya pada manual/prosedur, misalnya ketika diperlukan *troubleshoot* pada FDRS yang sedang bermasalah.

Pengukuran-pengukuran parameter terbang menggunakan perangkat pemonitor sinyal ARINC 717 merupakan proses *ground test*, dimana pengukuran dilaksanakan ketika pesawat berada di darat. Simulasi pada sensor ataupun sistem akuisisi data maupun perekaman diberikan untuk mendapatkan kondisi nyata yang diinginkan dalam pengukuran. Respon sensor, hasil akuisisi data dan data yang terekam pada FDR dimonitor secara *realtime* melalui *software* aplikasi. Analisis *offline* juga dapat dilakukan dari rekaman *software* aplikasi.

Berikut penerapan-penerapan yang telah dilakukan untuk perangkat pemonitor sinyal ARINC 717 yang telah dikembangkan, antara lain pada:

1. Validasi instalasi dan modifikasi FDRS,
2. Kalibrasi FDRS,
3. *Troubleshoot* permasalahan FDRS pada pesawat terbang, dan
4. Pengujian (*testing*) unit FDR.

Dari penerapan-penerapan yang telah dilakukan di atas dapat ditunjukkan bahwa perangkat monitoring sinyal ARINC 717 yang telah dikembangkan dalam penelitian ini telah bekerja sebagaimana yang diharapkan.

5. KESIMPULAN

Pengetahuan mengenai Standar ARINC 717 dan FDRS memungkinkan untuk mengetahui parameter-parameter terbang yang terekam pada FDR, baik secara *offline* maupun *realtime*. Dengan mengetahui dataframe yang merupakan properti pabrik pembuat pesawat, data mentah ARINC 717 dapat ditampilkan dalam *engineering* unit. Pada penelitian ini telah dilakukan pengembangan perangkat-perangkat *hardware* maupun *software* berdasarkan Standar ARINC 717 sehingga memungkinkan monitoring data FDR secara *realtime* dan telah dimanfaatkan dalam aplikasi-aplikasi aviasi.

PERNYATAAN PENULIS

Isi adalah tanggung jawab seluruh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Regulasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Republik Indonesia (CASR 91, CASR 121 dan CASR 135).
- 2) ICAO Annex 6
- 3) ARINC CHARACTERISTIC 717-11, 2004
- 4) *Flight Data Recorder Read-Out Technical and Regulatory Aspects* BEA, 2005, tersedia di: https://www.bea.aero/uploads/tx_scalaetudessecurite/use.of.fdr_01.pdf
- 5) *Introduction to Flight Data Recorder (Flight Data Recorder Rule Change)* tersedia di: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_02/textonly/s01txt.html, diakses Mei 2016
- 6) [http://www.skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Recorder_\(FDR\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Recorder_(FDR))
- 7) PRODUCT DESCRIPTION - *Solid-State Voice/Data & Digital Communications* - Combined Recording Systems for Air Transport Applications, tersedia di:
- 8) https://www51.honeywell.com/aero/common/documents/Data_-_Digital_Communications.pdf, diakses Mei 2016
- 9) *Product Focus: Flight Data Recorders*, tersedia di: http://www.aviationtoday.com/av/issue/feature/Product-Focus-Flight-DataRecorders_11670.html#.VzWHV9J97Dc, diakses Mei 2016
- 10) ARINC 717 – *More data security for better performance*, tersedia di: <https://www.kunbus.com/arinc-717.html>, diakses Mei 2016
- 11) *Flight Data Acquisition Unit*, tersedia di: http://www.l-3ar.com/pdf/datasheets/MKT061-AP_FDAU_12-12rev3.pdf, diakses Mei 2016
- 12) *Differential Manchester encoding*, tersedia di: http://en.wikipedia.org/wiki/Differential_Manchester_encoding diakses Mei 2016

DAFTAR RIWAYATHIDUP PENULIS 1



DATA UMUM

NamaLengkap : Gunta Akhiri
Tempat&Tgl. Lahir : Petaling, 28 Oktober 1981
JenisKelamin : Laki-laki
InstansiPekerjaan : PT. AERING
NIP. / NIM. : 100001
Pangkat / Gol.Ruang : -
JabatanDalamPekerjaan : Direktur
Agama : Islam
Status Perkawinan : Kawin, Anak 3

DATA PENDIDIKAN

SLTA	: SMAN 1 Palembang	Tahun: 1995-1998
STRATA 1 (S.1)	: Aeronautics, ITB	Tahun: 1998-2003
STRATA 2 (S.2)	: Aeronautics, ITB	Tahun: 2003-2006
STRATA 3 (S.3)	: -	Tahun: -

ALAMAT

AlamatRumah : Jl. Amir Machmud Gg. Abdullah No. 77 Rt. 02/06, Cimahi
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Pasirluyu Barat No. 34, Bandung 40254
HP. : +62 815 615 6792
Telp. : +62 22 520 7466
Email : gunta.akhiri@gmail.com

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 2

DATA UMUM

Nama Lengkap : Jauhar Wajdy
Tempat & Tgl. Lahir : Kediri, 21 Januari 1977
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : PT. AERING
NIP. / NIM. : 100004
Pangkat / Gol.Ruang : -
Jabatan Dalam Pekerjaan : *Software Engineer*
Agama : Islam
Status Perkawinan : Kawin

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMAN 2 Pare Tahun: 1993-1995
STRATA 1 (S.1) : Teknik Elektro, UGM Tahun: 1995-2003

ALAMAT

Alamat Rumah : Kompleks Manglayang Regency G2-41, Cileunyi
Email : jauharwajdy@gmail.com