

# DISSIMILAR AIR COMBAT FLIGHT SIMULATOR (DACFS)

Oleh :

**Kapten Lek Ir. Arwin D.W. Sumari, FSI, FSME, VDBM, SA<sup>1</sup>**

Menyimak perkembangan pertempuran di dunia akhir-akhir ini khususnya di sepanjang tahun 2003, dapat dilihat kemenangan suatu pertempuran sangat ditentukan oleh kekuatan udara khususnya pesawat-pesawat tempur. Bila kita cermati ada satu momen penting yang “hilang” dalam pertempuran-pertempuran tersebut yakni tidak adanya pertempuran udara yang melibatkan kekuatan udara pihak-pihak yang berperang. Daya tarik utama perang di udara adalah *dog fight* pesawat tempur pihak-pihak yang berseteru. Dengan *dog fight* akan muncul *ace-ace* perang di udara yang benar-benar jempolan dan patut mendapatkan penghormatan (*honor*). Dalam *dog fight*, para penerbang tempur akan benar-benar diuji kemampuannya baik dari segi teknik mengendalikan pesawat tempurnya maupun dari segi taktik untuk segera melenyapkan lawan dari udara. Hanya ada dua pilihan “*kill or to be killed*” dan semua yang dihadapi di udara bukan lagi *simulated air combat* namun *real-time air combat, so que sera sera*.

Banyak metode yang diterapkan untuk “melahirkan” penerbang-penerbang tempur yang handal, diantaranya adalah *flight simulation* yang dilaksanakan pada suatu media yang dinamakan dengan Flight Simulator. Kebutuhan akan Flight Simulator atau Simulator ini semakin signifikan seiring dengan semakin modernnya perlengkapan peperangan udara. Bila di masa lalu tidak begitu banyak produsen pesawat tempur dan pada umumnya masih menggunakan teknologi konvensional, di era ini produsen pesawat tempur hampir ada di setiap benua di dunia. Hal ini memungkinkan diversifikasi produk pesawat tempur yang dihasilkan plus kecanggihannya yang tidak dimiliki hasil karya produsen lain dan tentunya sangat rahasia. Untuk mengetahui karakter tipe pesawat tertentu agar dapat dirancang suatu taktik untuk menaklukkannya di udara bukanlah hal yang mudah. Cara untuk mendapatkannya bisa dilakukan dengan cara menembak jatuh seperti yang dilakukan di

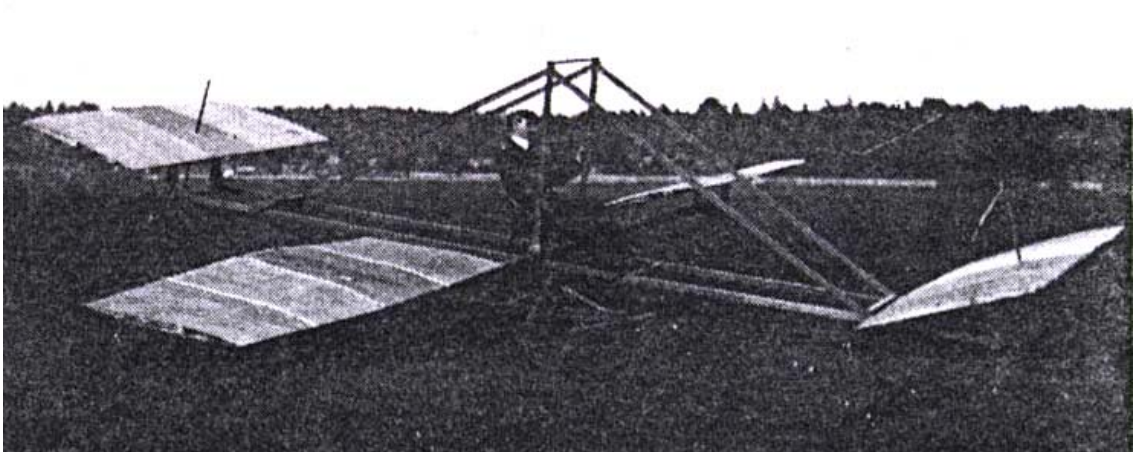
---

<sup>1</sup> Kepala Urusan Operasi, Flight Simulator Instructor (FSI), Flight Simulator Maintenance Engineer (FSME), Visual Database Modeler (VDBM) dan System Administrator (SA) Full Mission Simulator F-16A Fasilitas Latihan (Faslat) Wing – 3 Tempur Lanud Iswahjudi.

masa lalu, atau secara intelijen dan tentunya akan memakan dana, tenaga dan waktu tidak sedikit. Nah, daripada memikirkan yang susah-susah, kita dapat memprediksi karakteristik pesawat tempur musuh tersebut, memprogramnya ke dalam Simulator dan mencoba untuk *dog fight* dengannya.

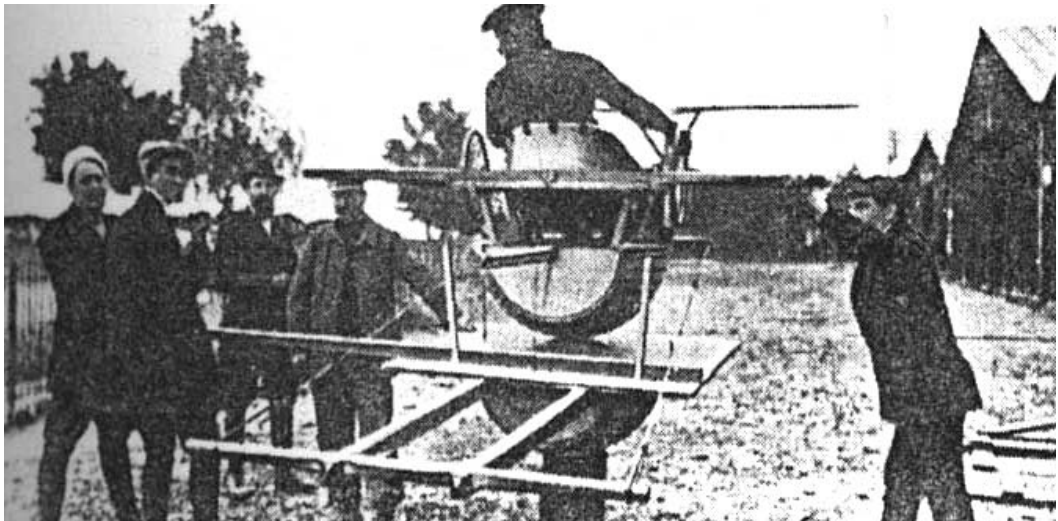
### Sejarah Singkat Flight Simulator

Keberadaan Simulator sebenarnya hampir setua usia pesawat terbang sejak penerbangan pertama The Flyer oleh Oliver dan Wilbur Wright pada tanggal 17 Desember 1906. Hal dapat dilihat dengan diciptakannya *tethered flying machine* oleh Sanders dan Eardley Billing pada tahun 1910 seperti diperlihatkan pada gambar 1. Kedua alat (*device*) ini adalah modifikasi suatu pesawat terbang yang ditambatkan di atas tanah oleh suatu *universal joint* dan dilengkapi *control column* untuk mempertahankan kesetimbangan (*equilibrium*) dan *rudder bar*. Pada saat angin berhembus dengan kuat dan memberikan aksi pada alat ini, sang penerbang harus mempertahankan kondisi setimbang dengan memberikan reaksi pada *control column*.



Gambar 1. Flight Simulator pertama versi Eardley Billing.

Untuk mendapatkan penerbang-penerbang tempur yang handal tentunya dibutuhkan instruktur-instruktur berpengalaman sehingga dapat menularkan taktis dan teknik kepada penerusnya. Tidak beda dengan di pesawat terbang, di Simulator juga diperlukan instruktur sehingga perkembangan berikutnya adalah penambahan fasilitas instruksional yang diterapkan pada *Walter's machine* dan Antoinette "*apprenticeship barrel*". Pada Antoinette (gambar 2) diperlukan dua orang instruktur untuk memberikan gangguan-gangguan dan penerbang harus memberikan reaksi untuk mempertahankan kesetimbangan *trainer* terhadap gangguan-gangguan tersebut.

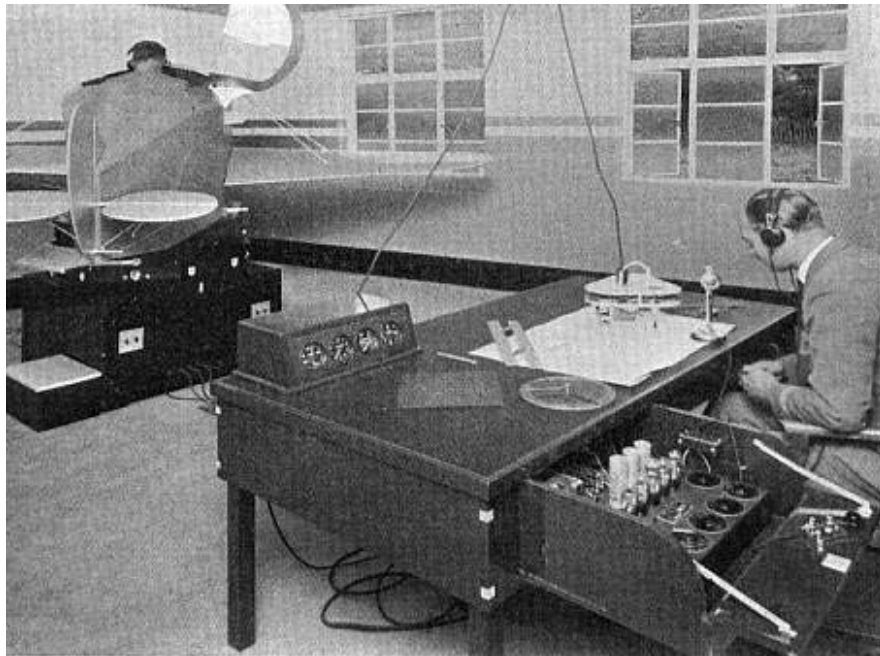


Gambar 2. Tampak instruktur memberikan aksi pada Antoinette "*apprenticeship barrel*" yang dibuat dari belahan gentong bir.

Seiring dengan berjalannya waktu, mesin-mesin yang diciptakan dirasa belum memuaskan sehingga para pemikir dan desainer simulator di masa itu mencoba melakukan pendekatan secara sistematis untuk mendapatkan simulator yang lebih realistis. Beberapa penemuan tersebut dapat dirangkum di bawah ini :

✈ Penggunaan aktuator berisi udara terkompresi untuk menggerakkan *cockpit* ke tiga sumbu (*lateral, longitudinal* dan vertikal) oleh Lender dan Heidelberg pada tahun 1917 dan 1918.

✈ Edwin Link pada tahun 1927 – 1929 menggunakan *pneumatic bellows* yang biasa digunakan pada piano untuk menggerakkan simulator ciptaannya, Link Trainer. Link Trainer adalah simulator yang sangat laris bak kacang goreng pada masanya. Atas jasanya ini Edwin A. Link Jr. dinobatkan dalam Hall of Fame sebagai penemu *flight simulator* dan *flight trainer* oleh National Inventors Hall of Fame, Amerika Serikat dalam rangka memperingati 100 tahun penerbangan oleh Wright Brothers.



Gambar 3. Link Trainer.

✈ Pada tahun 1928 Rougerie mematenkan Rougerie's Trainer. Walaupun masih konvensional, Rougerie's Trainer telah dilengkapi dengan kursi siswa menghadap ke instrumen dan dua set alat kontrol masing-masing untuk siswa dan instruktur.

✈ W.E.P Johnson, seorang instruktur di Central Flying School, Wittering, UK membuat *trainer* dari rongsokan badan pesawat Avro 504. *Trainer* ini telah dilengkapi

dengan *air speed indicator*, *turn and bank indicator* yang dioperasikan menggunakan kabel yang dihubungkan ke *stick* dan *rudder bar* siswa dan instruktur. Pengembangan berikutnya adalah penambahan *throttle control* yang berinteraksi dengan *air speed indicator* dan pengintegrasian indikator *altitude* dan *heading*.

✈ *Trainer* yang mirip dengan buatan Johnson namun telah dilengkapi dengan *magnetic compass* diperkenalkan oleh Jenkins dan Berlyn pada tahun 1932. *Magnetic compass* berputar bila ada penyimpangan *heading trainer*.

Ditemukannya semikonduktor di awal tahun 1900-an mengawali era elektronika yang secara langsung mempengaruhi metode implementasi simulator. Beberapa *milestone* yang patut dicatat adalah :

✈ Antara tahun 1938-41, DR. R.C. Dehmel dari Bell Telephone Laboratories mengembangkan porsi “penerbangan” untuk *flight trainer* berbasis rangkaian elektronika. Dia juga mengembangkan *automatic signal controller* untuk membangkitkan sinyal-sinyal radio tiruan untuk Link Trainer sehingga tidak diperlukan lagi operator volume sinyal radio. Penemuan ini sangat berguna untuk pelatihan *instrument flight*.

✈ Pada rentang waktu yang tidak jauh berbeda dengan Dehmel, A.E. Travis bersama rekan-rekannya mengembangkan Aerostructor, suatu *fixed-base trainer* yang dioperasikan secara elektronis dilengkapi dengan *visual system*. *Visual system* yang digunakan berbasis pada film yang diputar berulang-ulang dan mensimulasikan efek-efek gerakan *heading*, *pitch* dan *roll*. Modifikasi *trainer* ini banyak digunakan oleh U.S. Navy dan disebut dengan Gunairstructor.

✈ Telecommunication Research Establishment (TRE) pada tahun 1941 mengembangkan simulator elektronis yang dapat menghitung persamaan gerak pesawat terbang dan digunakan untuk *aerial intercept*.

Penemuan komputer yang mampu melakukan proses kalkulasi matematika tingkat tinggi dalam waktu yang singkat memberi semangat para peneliti untuk menciptakan simulator yang realistis sebagaimana aslinya. Hambatan utama pada saat itu adalah mereka tidak mempunyai data yang lengkap mengenai karakteristik pesawat yang akan disimulasikan sehingga simulator yang dibuat kurang realistis. Ide metode komputer untuk *flight simulation* sebenarnya jauh hari telah diperkenalkan oleh Roeder pada tahun 1929 dalam German Patent Specification-nya. Di dalam patennya, Roder menggaris bawahi persyaratan-persyaratan suatu simulator yang mendekati kriteria-kriteria suatu simulator modern. 10 tahun kemudian di Massachusset Institute of Technology (MIT), Amerika Serikat, Mueller mengembangkan suatu komputer analog untuk simulasi *real-time* dinamika *longitudinal* suatu pesawat udara. Selain itu MIT juga menyarankan penggunaan teknik-teknik numerik dalam sistem kendali pesawat terbang. Pada tahun 1943 MIT mengembangkan Airplane Stability and Control Analyser (ASCA) yang digunakan oleh lembaga pengembangan pesawat terbang US Navy.

Kebutuhan akan *real-time simulation* yang tidak mampu didukung oleh teknologi komputer yang ada pada saat itu, mendorong US Navy untuk memulai suatu proyek riset yang dinamakan dengan Universal Digital Operational Flight Trainer (UDOFT) di University of Pennsylvania pada tahun 1950. Komputer riset UDOFT dibuat oleh Sylvania Corporation dan diselesaikan pada tahun 1960. Proyek UDOFT mampu mendemonstrasikan kelayakan simulasi secara digital dan difokuskan pada penyelesaian persamaan-persamaan dinamika pesawat terbang yang kompleks. Di awal tahun 1960-an, Link Simulation and Training mengembangkan *special-purpose digital computer* yang diberi nama Link Mark I dan dirancang untuk menjalankan *real-time simulation*. Mesin ini mempunyai tiga *processor* paralel yang digunakan untuk penghitungan aritmatika, pembangkitan fungsi dan pemilihan stasiun radio. Konsep *processor* paralel ini diadopsi oleh simulator-simulator modern saat apalagi tingkat kompleksitas sistem pesawat terbang beserta lingkungan yang akan disimulasikan semakin tinggi. Sebagai contoh Full Mission Simulator F-16A TNI AU menggunakan empat *processor* paralel pada Host Computer yang mengelola proses simulasi dan pada Radar Computer yang mengolah dan membangkitkan data Radar.

Simulator yang realistis tidak hanya didukung oleh mesin aritmatika yang canggih namun juga harus diimbangi oleh kondisi lingkungan simulasi yang realistis pula. Untuk

memberikan efek *real-time* pada simulator, secara bertahap dikembangkan *visual system* sehingga situasi penerbangan menyerupai kondisi di alam nyata. Beberapa *milestone* yang patut dicatat adalah :

- ❖ 1955 – Perusahaan Giravions Dorand dari Perancis memproduksi simulator dengan *visual system* yang diimplementasikan menggunakan metode *point light source projection* atau *shadowgraph*.
- ❖ Pertengahan 1950-an dilakukan pengembangan *visual system monochrome* menggunakan metode *closed-circuit television* (CCTV) oleh Curtiss-Wright, divisi Link dari General Precision dan General Precision Systems (dulu bernama Air Trainers and Air Trainers Link Limited).
- ❖ 1962 – Redifon memproduksi *color system* untuk pertama kalinya.
- ❖ 1967 – *Image generator* untuk simulasi diciptakan pertama kali oleh General Electric Company dari Amerika Serikat pada suatu program luar angkasa. Versi awal sistem ini mampu membangkitkan citra "*ground plane*" terpola, sedang versi-versi pengembangannya berikutnya telah mampu membangkitkan citra dari obyek-obyek tiga dimensi (3D).
- ❖ 1971 – Vital II dibuat oleh McDonnell-Douglas Electronics Company dari Amerika Serikat. Sistem ini menggunakan metode *calligraphic* atau *stroke-writing* sehingga mampu mereproduksi *light point* yang lebih baik.

*Visual system* saat ini mampu menghasilkan citra suasana malam hari, senja dan siang hasil dengan *Level of Detail* (LOD) yang sangat realistis. Resolusi yang didukung oleh sistem ini dapat mencapai 3 juta *pixel* (*picture element*), 20.000 bidang datar dan 4.000 *calligraphic light point*. Selain itu juga dilengkapi dengan peta tekstur permukaan bumi, citra fotografi permukaan bumi, informasi ketinggian permukaan bumi dan model-model bergerak (*moving model*) yang semuanya dimanipulasi secara *real-time* dengan *frame update* antara 30 – 70 Hz. Pembuatan citra *visual system* ini dilakukan pada *software* terpisah. Setelah

lulus uji, citra dalam bentuk database ini kemudian di-link dengan *simulation software* yang akan dijalankan dalam proses simulasi yang di-manage oleh Host Computer.

Untuk membuat citra *visual system* hampir semudah menggambar menggunakan *drawing editor* di *personal computer* (PC) rumahan. Tingkat kesulitannya adalah teknik agar citra yang dibuat tersebut tampak realistis secara dimensional ditinjau dari jarak dan sudut yang berbeda. Oleh karena itu di dalam pembuatannya harus memperhatikan persyaratan LOD dan *perspective view*. Di Simulator F-16A TNI AU pembuatan citra *visual system* dilakukan pada *workstation* SunSparc 10 pada beberapa *software* berbeda diantaranya Feature Model Developer (FMD), Color Table Editor (CTE), Adobe Photoshop, Terrain Decoration Software (TDS) dan Texture Manipulation Software (TMS). Salah satu contoh citra *visual system* ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Situasi dalam *cockpit* simulator modern. Perhatikan tampilan *visual system* di depan *cockpit* yang realistis sebagaimana aslinya.



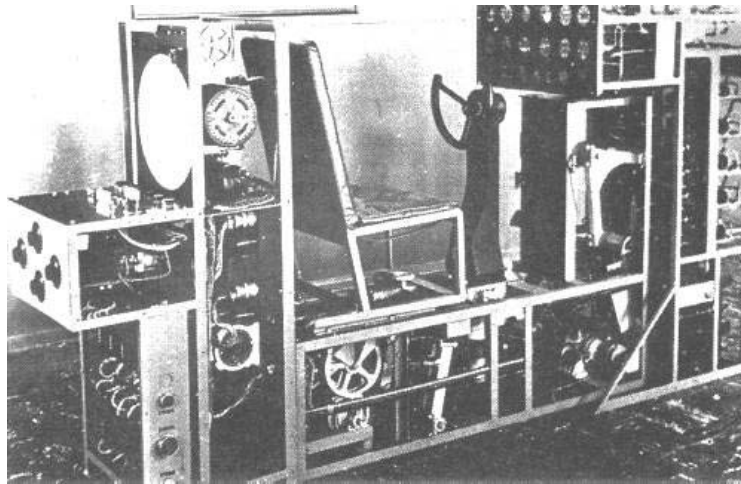
## Military Flight Simulator

Perkembangan Military Flight Simulator dan Commercial Flight Simulator berjalan secara paralel. Perbedaan mendasar antara kedua simulator tersebut adalah versi militer mempunyai kompleksitas model yang lebih tinggi karena adanya faktor kemampuan maneuver udara plus spesifikasi militer (*Military Standard*) yang diinstalasi pada pesawat-pesawat militer khususnya pesawat tempur. Perkembangan pesawat simulator militer terjadi pada masa Perang Dunia II di mana negara-negara yang berseteru berlomba-lomba untuk saling menjatuhkan pesawat tempur lawan sebanyak-banyaknya. Bila dirunut sejak diciptakannya simulator untuk pertama kalinya, *milestone* simulator militer adalah sebagai berikut :

- ✈ **1929** – Link Trainer menciptakan simulator *electro-mechanical* pertama di dunia.
- ✈ **1939-1941** – RAF memesan beberapa Celestial Navigation Trainer yang digunakan untuk melatih kemampuan navigasi dan meningkatkan keakuratan pengeboman selama operasi serangan malam hari di Eropa.
- ✈ **1942** – Hawarden Trainer yang dibuat dari bagian tengah badan pesawat Spitfire digunakan untuk pelatihan terbang.
- ✈ Link juga membangun Trainer ANT-18 untuk US Army-Navy untuk pelatihan terbang pesawat AT-6 dan SNJ. Trainer ini dilengkapi dengan duplikat *layout* instrumen beserta performa dari instrumen-instrumen yang disimulasikan.
- ✈ **1942** – Silloth Trainer dibangun di RAF Silloth yang mensimulasikan pesawat bomber Halifax. Trainer ini dirancang untuk melatih semua awak pesawat untuk mengenali karakteristik pesawat dan cara mengatasi *malfunction* sistem pesawat baik mesin, sistem elektrik maupun sistem hidroliknya. Proses komputasinya masih menggunakan *pneumatic*.
- ✈ **1943** – Bell Telephone Laboratories memproduksi operational *flight trainer* pesawat PBM-3 US Navy. *Trainer* ini terdiri dari replika *cockpit* dan tubuh depan

PBM-3 lengkap dengan sistem kendali, instrumen dan perlengkapan tambahan bersama dengan peralatan komputasi *flight equation*.

✈ **1943** – US Air Force memesan *flight trainer* Z-1 sampai dengan Z-4 untuk pesawat AT-6 dari Curtiss-Wright. Proses komputasi *trainer* ini telah dilakukan menggunakan komputer analog.



Gambar 5. *Flight trainer* Z-1.

✈ **1949** – Link Trainer mengembangkan *flight trainer* untuk pesawat jet berbasis komputer analog yang diberi nama C-II. *Flight trainer* ini mampu digunakan untuk melakukan aerobatik penuh dan digunakan untuk melatih penerbang menguasai berbagai tipe pesawat jet.

Bermodal pada pengalaman para pendahulu pencipta simulator, dikembangkanlah simulator-simulator modern yang berbasiskan pada perkembangan teknologi pesawat dan teknologi informasi terkini. Saat ini hampir semua jenis pesawat tempur yang diproduksi di dunia juga dibuatkan simulatornya dalam satu paket. Dengan adanya simulator, rentang waktu familiarisasi pesawat tempur tersebut akan menjadi lebih singkat dan tentunya sangat menghemat anggaran. Sebagai contoh Link Trainer pada masa kejayaannya “hanya” menghabiskan biaya USD 0.04 sen per jamnya !

## Dissimilar Air Combat Flight Simulator

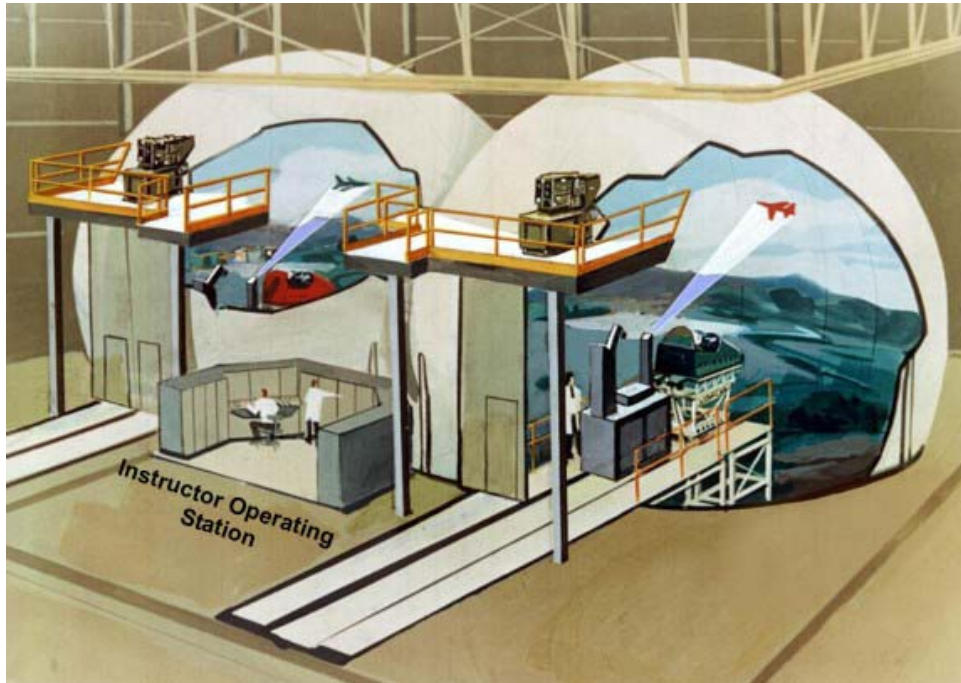
Ciri khas suatu *combat flight simulator* adalah adanya fasilitas untuk pelatihan *air combat training* atau *dog fight*. Dalam kamus pertempuran udara dikenal istilah pertempuran dengan pesawat tempur sejenis (*similar*) dan dengan pesawat berbeda (*dissimilar*). Dalam implementasinya di simulator, mensimulasikan situasi *air combat* bukanlah pekerjaan mudah. Selain harus mengetahui karakteristik *opponent aircraft*, juga harus membuat visualisasi pergerakan dinamis pesawat saat melakukan *maneuver* berdasarkan karakteristik melekat padanya. *Dog fight* dengan pesawat sejenis adalah biasa namun *dog fight* dengan pesawat yang berbeda akan memberikan sensasi tersendiri lebih-lebih bila *opponent aircraft* yang dihadapi diketahui memiliki karakteristik yang lebih unggul. Ada 2 (dua) alternatif untuk melakukan *simulated dissimilar air combat* yaitu :

✈ *Opponent aircraft* dimunculkan dalam bentuk *simulated aircraft* lengkap dengan visualisasinya. *Programmer* simulator harus membuat *database* karakteristik jenis-jenis pesawat yang akan disimulasikan sebagai *opponent aircraft*. Untuk pesawat yang berasal dari pabrik yang sama dengan pesawat yang dibuat simulatornya, data karakteristik tidak menjadi masalah. Kesulitan akan timbul bila *opponent aircraft*-nya berbeda dan berasal dari pabrik yang berbeda pula, lebih-lebih data seperti ini sifatnya adalah rahasia (*classified*). Bila hal ini tidak diantisipasi, apa gunanya membeli *air combat simulator* bila hanya mampu bertempur dengan pesawat tempur sejenis ? Data karakteristik tersebut dapat saja dibeli dan diprogramkan di simulator namun situasi *dog fight* menjadi kurang realistis karena *opponent pilot* tidak duduk di *cockpit* tetapi duduk di ruang Instructor Operating Station dan mengendalikan *opponent aircraft* menggunakan *stick* dengan bantuan layar monitor berisi data yang dibutuhkan untuk *dog fight*.

✈ Membeli simulator sesuai dengan karakteristik *opponent aircraft* yang diintegrasikan dengan simulator yang dimiliki menggunakan suatu metode tertentu sehingga situasi *real-time simulation* tetap dapat dipertahankan. Banyak keuntungan yang diperoleh dengan alternatif ini yakni :

- ⇒ Tidak perlu membeli data karakteristik karena sudah diwakili oleh simulatornya.
- ⇒ Suasana *air combat* akan lebih realistis karena *opponent aircraft* diterbangkan oleh penerbang lain yang bertindak sebagai *opponent pilot*.
- ⇒ *Skill* penerbang akan meningkat secara signifikan karena ada tantangan untuk membuktikan kemampuannya dalam teknik dan taktik pertempuran di udara.

Alternatif mengintegrasikan dua atau lebih *flight simulator* untuk mendapatkan *real world air combat simulation* dalam suatu arena **Dissimilar Air Combat Tactic (DACT)** telah lama dirintis dan dicoba untuk diimplementasikan. Salah satu contoh adalah **Differential Maneuvering Simulator (DMS)** yang dikembangkan oleh NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia, Amerika Serikat. Secara spesifik NASA tidak menyebutkan simulator jenis pesawat apa yang diintegrasikan. Gambar 5 menampilkan sketsa dari simulator yang diintegrasikan lengkap dengan *layout* peralatan simulator dan tampilan di *visual system*-nya. Gambar 6 menampilkan situasi di dalam salah satu simulator dan obyek yang ditampilkan pada *visual system*-nya.



Gambar 6. Sketsa Differential Maneuvering Simulator (DMS).



Gambar 7. Situasi di dalam salah satu *dome* DMS.

Konsep DMS pernah akan dicobakan pada Simulator F-16A TNI AU namun oleh karena suatu hal kemudian dibatalkan. Dengan pembelian pesawat Sukhoi, ini adalah suatu peluang yang sangat berharga karena TNI AU memiliki pesawat-pesawat tempur dari dua benua yang pernah terlibat perang dingin di masa lalu. Pesawat-pesawat tersebut dengan segala kelebihan dan kekurangannya memerlukan penerbang-penerbang yang handal dan bila perlu menjadi *ace-ace* udara Indonesia. Simulator F-16A telah dilengkapi dengan fasilitas link dengan simulator lain sehingga akan sangat menguntungkan bila ada Simulator Sukhoi sebagai *opponent aircraft* Simulator F-16A atau sebaliknya. Dengan kedua Simulator ini penerbang di masing-masing simulator dapat menguji limitasi performa pesawat-pesawat yang diterbangkannya.

Tidak ada salahnya berandai-andai. Demi profisiensi penerbang-penerbang tempur TNI AU dan tentunya untuk mencapai *zero accident* dalam kondisi pengetatan jam terbang, ada baiknya bila TNI AU mempunyai sebuah Simulator Sukhoi yang diinstalasi di ruang di sebelah Simulator F-16A yang dulu disiapkan untuk Simulator F-5E. Implementasi ide tidak semudah membalikkan tangan karena ada hal-hal yang perlu dipertimbangkan yakni :

- ✿ Kemampuan Rusia untuk memproduksi Simulator Sukhoi seperti pesawat yang dimiliki oleh TNI AU beserta *after sales service*-nya.
- ✿ Integrasi kedua simulator yang menggunakan teknologi implementasi *software* dan *hardware* yang sangat berbeda walaupun pada dasarnya *theory of simulation*-nya sama. Pengintegrasian ini dapat dianalogikan dengan menyatukan kutub Utara dan Selatan suatu magnet. Sulit namun dapat dilakukan. Tingkat kesulitan tertinggi akan ditemukan pada integrasi *simulation software* sehingga dapat dikontrol dari sebuah Instructor Operating Station dan integrasi *visual system* yang dapat saling menampilkan dinamika pesawat lawan di layar *dome* masing-masing simulator.

Untuk *day-to-day maintenance* DMS bukan hal yang sulit karena pada dasarnya semua simulator cara penanganannya sama, yang membedakan “hanya” model, jenis dan karakteristik *software* dan *hardware*-nya. Hal ini sangat dipahami mengingat setiap perusahaan mempunyai ciri khas pada produk yang dihasilkannya dan ini adalah simbol

dari eksistensi perusahaan tersebut di dunia bisnis *flight simulator*. Yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan simulator ini adalah para teknisinya harus disertifikasi oleh pabrik pembuatnya sehingga *maintenance competency* para teknisi dan tindakan pemeliharaan yang dilakukan mengikuti standar yang dikeluarkan oleh pabrik tersebut.

Pengembangan lebih jauh lagi ke depan adalah **Composite Air Strike Flight Simulator (CASFS)** yang mengintegrasikan beberapa simulator tipe pesawat yang berbeda untuk simulasi *composite air strike* pada suatu kegiatan olah yudha. Bila diperlukan formasi dalam pengawalan pesawat angkut atau formasi pesawat angkut yang membawa pasukan, dapat dengan mudah diskenariokan di dalam misi simulator. Dengan fasilitas CASFS, banyak keuntungan yang diperoleh diantaranya :

- ✱ Misi ke garis depan beresiko tinggi dapat disimulasikan terlebih dahulu sehingga penerbang dapat mengantisipasi segala kemungkinan yang terjadi pada saat pelaksanaan operasi terutama *emergency situation*.
- ✱ Memperkecil kerugian personel dan materiil sehingga *zero accident* operasi udara dapat dicapai.
- ✱ Menambah keyakinan pada personel dalam menyelesaikan tugas operasi udara.

Bagaimanapun juga dengan memiliki penerbang-penerbang tempur yang mumpuni akan menjadikan jaminan Tugas Pokok TNI AU sebagai penegak kedaulatan dan hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia di dirgantara akan dapat dilaksanakan dengan sempurna. Setidaknya kemungkinan pelecehan wilayah dirgantara NKRI oleh pesawat-pesawat tempur asing khususnya negara-negara yang memosisikan dirinya sebagai penguasa dunia dapat diminimisasi. Oleh karena itu memiliki **Dissimilar Air Combat Flight Simulator (DACFS)** bagi TNI AU adalah suatu kebutuhan masa kini dan mendatang tentunya bila tidak mau direndahkan oleh negara lain. Untuk kepentingan harga diri bangsa, suatu kompleks DACFS bukanlah hal yang sulit untuk diimplementasikan. Dan semestinya kita tidak mau (lagi) khan disepelekan ..... ?

## DAFTAR PUSTAKA

Aerospace Education Center, *Link Trainer*, <http://www.aerospaced.org/main.html>, download tanggal 27 Desember 2002.

American Institute of Aeronautics and Astronautics, *Celebrating the Evolution of Flight 1903 – 2003 and Beyond*, [Online], <http://www.flight100.org/history/timeline.cfm?periode=1920s>, download tanggal 27 Desember 2002.

Dorian P., Staynes W.N. and Bolton M, *Proceedings of 50 Years of Flight Simulation*, 1979, RAeS' Fifty Years of Simulation Conference, April, UK.

IndoFS, *Sejarah Singkat Flight Simulator*, [Online], <http://www.indofs.co/sejarah/sejarah.html>, download tanggal 27 Desember 2002.

Mabes TNI AU, *Doktrin TNI Angkatan Udara Swa Bhuwana Paksa*, 2000, Surat Keputusan KASAU No. : KEP/24/X/2000 ,17 Oktober, Mabes TNI AU, Jakarta.

Mabes TNI AU, *Buku Petunjuk Dasar TNI Angkatan Udara*, 2000, Surat Keputusan KASAU No. : KEP/25/X/2000, 17 Oktober, Mabes TNI AU, Jakarta.

Mabes TNI AU, *Program Pengadaan Full Mission Simulator F-16A*, 1995, Kontrak No. : 006/KE/VII/AU/1995, 5 Juli, Mabes TNI AU, Jakarta.

Mabes TNI AU, *Pokok-pokok Organisasi dan Prosedur (POP) Wing Pangkalan Udara (Wing)*, 1999, Surat Keputusan KASAU No. : KEP/6/III/1999, 16 Maret, Mabes TNI AU, Jakarta.

Microsoft Corp., *Microsoft Press Computer Dictionary, 3<sup>rd</sup> Edition on CD* [CD], 1997, Microsoft Corp., USA.

Moore, Kevin, *A Brief History of Aircraft Flight Simulation*, [Online], <http://www.bleep.demon.co.uk/SimHist1.html#start>, download tanggal 27 Desember 2002.



NASA Langley Research Center - Multimedia Repository, *Flight Simulation Facilities*, [Online], <http://lisar.larc.nasa.gov/IMAGES/SMALL/EL-1996-00118.jpeg>, download tanggal 27 Februari 2003

National Defense Magazine, *F-22, Joint Strike Fighter Trainers Redefine 'Point-and-Click' Warfare*, [Online], <http://www.nationaldefensemagazine.org/articles.cfm>, download tanggal 27 Desember 2002.

Oxford University Press, *The Pocket Oxford Dictionary* [CD], 1994, Oxford University Press, UK.

Rolfe, J.K. and Staples, K.J., *Flight Simulation*, 1986, Cambridge University Press, UK.

Sumari, Kapten Lek Ir. Arwin D.W., FSI, FSME, VDBM, SA, *F-16A Simulator: Preparing for Any Mission Anytime*, 2002, Angkasa, English Section, No. 15, April, Jakarta.

Sumari, Kapten Lek Ir. Arwin D.W., FSI, FSME, VDBM, SA, *Upaya Meningkatkan Kemampuan Tempur TNI AU Melalui Aplikasi Teknologi Flight Simulation Pada Masa Lima Tahun Mendatang*, 2003, Karmil, SEKKAU, Jakarta.

Thales Training and Simulation, *The Evolution of the Flight Simulator*, [Online], <http://www.ttsl.co.uk/company/about.htm>, download tanggal 27 Desember 2002.

Wings of Liberation Museum Park, *The Link Trainer*, [Online], <http://www.wingsofliberation.nl/index-uk.html>, download tanggal 27 Desember 2002.