

MENGENAL ALINFASLAT LANUD ISWAHJUDI & FULL MISSION SIMULATOR (FMS) F-16A

Oleh

Kapten Lek Ir. Arwin D.W. Sumari, FSI, FSME, VDBM, SA *)

Pengantar

Sudah cukup banyak tulisan atau artikel yang bercerita mengenai dinamika dunia penerbangan yang langsung berhubungan dengan pesawat terbang atau dengan orang-orang yang berkecimpung di dalamnya. Di lain segi sangat jarang atau bahkan belum ada sama sekali artikel atau tulisan yang berkenaan dengan satu komunitas yang secara fisik dan aktivitas tidak langsung berhubungan dengan kegiatan penerbangan tetapi komunitas tersebut ikut mendukung kesuksesan suatu misi penerbangan dengan menyediakan suatu fasilitas untuk mempersiapkan orang-orang atau personel-personel yang langsung berhubungan dengan aktivitas penerbangan. Komunitas ini di lingkungan TNI AU dinamakan dengan Alinfaslat yang merupakan singkatan dari Alat Instruksi dan Fasilitas Latihan.

Alinfaslat rasanya memang sedikit aneh untuk diucapkan maupun didengar, beda sekali dengan Skadron Udara, Dinas Operasi atau istilah lainnya yang sudah umum didengar dan diucapkan. Jangankan bagi orang di luar lingkungan TNI AU, bahkan di lingkungan TNI AU-pun masih ada yang belum tahu apa dan siapa Alinfaslat. Dalam rangka lebih mensosialisasikan Alinfaslat sebagai salah satu unsur pendukung kelancaran operasi penerbangan, dalam tulisan ini penulis akan menjelaskan dalam bahasa sederhana mengenai Alinfaslat Dinas Operasi Lanud Iswahjudi, Madiun. Tulisan akan sedikit menyinggung hal yang berkaitan dengan tugas pokok dan tanggung jawab Alinfaslat, alat utama sistem senjata (alut sista) yang ditangani dan diakhiri dengan penjelasan mengenai **Full Mission Simulator (FMS) F-16A** yang merupakan inti dari tulisan ini.

Sekilas Alinfaslat

Alinfaslat adalah satuan di bawah Seksi Operasi dan Latihan, Dinas Operasi Lanud Iswahjudi. Walaupun ditinjau dari segi satuan yang setingkat subseksi ini tidak begitu besar tetapi Alinfaslat mempunyai beban tugas dan tanggung jawab yang tidak ringan. Tugas pokok Alinfaslat Disops Lanud Iswahjudi adalah menyiapkan dan memelihara semua *training aid* dan Simulator-simulator pesawat tempur yang ada di Lanud Iswahjudi agar selalu dalam kondisi siap pakai (*serviceable*) dalam rangka mendukung kelancaran operasi penerbangan.

Alinfaslat dalam pelaksanaan tugas pokoknya tidak terkait secara langsung dengan kegiatan operasi penerbangan di lapangan. Alinfaslat menyediakan semua fasilitas pelatihan penerbangan baik untuk para penerbang maupun untuk para teknisi pesawat terbang. Bagi para penerbang pemula, Alinfaslat menyediakan Simulator-simulator penerbangan yang digunakan untuk mempersiapkan mereka sebelum menerbangkan

pesawat yang sesungguhnya. Sedangkan bagi para penerbang senior atau sudah mahir, Simulator-simulator ini dapat digunakan sebagai media untuk melakukan *refreshing* atau mengingat kembali semua yang pernah dipelajari dan dikerjakan. Bagi para teknisi pesawat terbang, Alinfaslat juga menyediakan fasilitas untuk melatih mereka mengenal sistem-sistem pada pesawat terbang sehingga akan memudahkan mereka pada saat mereka bekerja di lapangan.

Alat utama sistem senjata (alut sista) yang menjadi tanggung jawab Alinfaslat Disops Lanud Iswahjudi saat ini adalah :

1. **Full Mission Simulator F-16A** buatan Thomson Training & Simulation Ltd., Inggris untuk pesawat tempur F-16A.
2. **Simulator Hawk Mk-53** buatan Applimation Inc., Amerika Serikat untuk pesawat latihan tempur Hawk Mk-53.
3. **Simulator F-5E** buatan Applimation Inc., Amerika Serikat untuk pesawat tempur F-5E Tiger.
4. **Air Combat Excellence Trainer (ACE-T) F-16** buatan CAE-Link, Amerika Serikat untuk latihan tempur udara pesawat F-16.
5. **Simulator Aircraft Maintenance Trainer (SAMT)** buatan Hughes Simulation International Inc., Arlington, Texas, Amerika Serikat sebanyak 2 (dua) unit untuk media pelatihan para teknisi pesawat tempur F-16. Kedua SAMT ini digunakan untuk memberikan pelatihan di bidang :
 - a. Sistem Komunikasi, Navigasi dan Electronic Counter Measure (ECM).
 - b. Sistem Persenjataan (*Armament*).
 - c. Sistem Kontrol Penerbangan dan Instrumen.
 - d. Sistem Kontrol Penembakan (*Fire Control*).
6. **Electric Simulator Maintenance Trainer (ESMT)** buatan Pulau Electronic, Amerika Serikat yang digunakan untuk menjelaskan dan pelatihan sistem elektrik pesawat tempur F-16.
7. **Hydraulic Simulator Maintenance Trainer (HSMT)** buatan Pulau Electronic, Amerika Serikat yang digunakan untuk menjelaskan dan pelatihan sistem hidrolik pesawat tempur F-16.

Melihat dari kegunaan peralatan tersebut di atas dapat dilihat bahwa sebagian besar peralatan yang ditangani oleh Alinfaslat Disops Lanud Iswahjudi adalah untuk mendukung kelancaran operasi penerbangan pesawat tempur F-16 yang ditempatkan di Skadron Udara 3 Lanud Iswahjudi. Semua peralatan yang menjadi tanggung jawab Alinfaslat Disops Lanud Iswahjudi tersebut hanya ditangani oleh 21 personel yang terdiri dari 5 Perwira, 14 Bintara, 1 PNS dan 1 tenaga honorer dengan kualifikasi keahlian yang berbeda.

Full Mission Simulator (FMS) F-16A

A. Sejarah Singkat

Dengan semakin kompleksnya tugas pokok yang diemban oleh TNI AU, salah satunya adalah sebagai penjaga kedaulatan wilayah dirgantara negara Republik Indonesia, akan memerlukan sarana penjagaan wilayah udara yang mampu menjangkau seluruh wilayah dirgantara Republik Indonesia dengan cepat, tepat dan akurat. Salah satu cara untuk dapat melaksanakan tugas pokok tersebut adalah dengan melengkapi kekuatan udara TNI

AU dengan membeli 1 (satu) skadron pesawat tempur F-16A/B sebanyak dua belas unit melalui Program Bima Sena pada tahun 1989. Kedua belas pesawat tersebut dibuat oleh **Lockheed Martin Tactical Air System (LMTAS)**, Fort Worth, Texas, Amerika Serikat, yang dahulu bernama General Dynamics – Fort Worth Division.

Pembelian pesawat-pesawat tempur F-16A/B tersebut, setelah melalui beberapa kajian yang berdasar pada kepentingan yang jauh lebih utama, tidaklah lengkap bila tidak disertai dengan pembelian alat yang digunakan untuk melatih para calon penerbang F-16 sebelum menerbangkan pesawat yang sesungguhnya. Akhirnya pada tanggal 25 November 1995 ditanda tangani kontrak pembuatan Simulator F-16A (*single seat*) antara pihak TNI AU sebagai pihak pembeli (*customer*) dengan pihak **Thomson Training & Simulation Ltd., (TT&SL)**, divisi Simulator Thomson-CSF Perancis di Inggris, sebagai pihak pembuat Simulator (*contractor/manufacturer*).

Dalam pelaksanaan perancangan, pembuatan dan pengujian Simulator, TT&SL bekerja sama dengan dua kontraktor utama yaitu :

- a. LMTAS yang bertanggung jawab mendukung elemen-elemen simulasi Simulator F-16A, yaitu Kokpit Assembly beserta elemen-elemen pendukungnya,
- b. **Evans & Suherland (E&S)**, Salt Lake City, Utah, Amerika Serikat yang bertanggung jawab mendukung elemen-elemen simulasi Visual System, yaitu Image Generator, Projector dan Head-Tracked System beserta kelengkapannya yang untuk kemudian akan diintegrasikan oleh TT&SL menjadi sebuah Simulator pesawat tempur F-16A. Pelaksanaan integrasi dilakukan di TT&SL, Crawley, West Sussex, UK.

Perancangan, pembuatan, integrasi dan pengujian dilakukan selama kurang lebih dua tahun yaitu sejak kontrak ditanda tangani pada tanggal 25 November 1995 sampai dengan pengiriman Simulator ke Indonesia bulan November 1997. Bulan itu juga Simulator mulai diinstalasi di Alinfaslat Disops Lanud Iswahjudi dan selesai pengujian pada bulan Februari 1998. Simulator F-16A kemudian diserahkan terimakan dari pihak TT&SL yang diwakili oleh Marketing Manager TT&SL untuk Asia, Dick Hissock ke pihak TNI AU yang dalam hal ini diwakili oleh Asisten Operasi Kasau, Marsekal Muda TNI Irawan Saleh pada tanggal 17 Maret 1998 dalam satu acara yang sederhana dan sekaligus diresmikan penggunaannya.

B. Fungsi dan Manfaat

Pada dasarnya Simulator F-16A adalah tipe *fixed-base* simulation device atau alat simulasi (Simulator) yang tidak dilengkapi dengan sistem gerak (*motion system*). Pertimbangan utama tidak digunakannya sistem gerak adalah pesawat tempur mempunyai kemampuan manuver yang sangat tinggi (*high manoeuvrability capability*) terutama saat melakukan aerobatik sehingga penggunaan sistem gerak tidak ekonomis. Sebagai gantinya agar penerbang tetap dapat merasakan gerakan dan efek yang dihasilkan oleh pesawat terbang, maka Simulator dilengkapi dengan suatu mekanisme penghasil getaran yang dinamakan dengan *G-seat mechanism* ditambah dengan efek visual yang dihasilkan oleh *visual system* akan menambah suasana seperti menerbangkan pesawat yang sesungguhnya.

Seperti telah disampaikan terdahulu, Simulator F-16A ini dibuat dengan berpedoman pada konfigurasi pesawat tempur F-16A Block 15 *Operational Capabilities Upgrade (OCU)* milik TNI AU yang dibuat oleh LMTAS. Konfigurasi pesawat F-16A yang tersebut adalah :

- a. Tipe/Versi : 1A /1.
- b. *Tail Number* : TS-1605 (TS = Tempur Strategis).
- c. *Serial Number* : 87-0713.

Sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang diminta oleh TNI AU, maka Simulator F-16A ini dirancang untuk mampu melakukan :

- a. Latihan penerbangan dalam kondisi normal dan darurat (*emergency*).
- b. Latihan terbang transisi, sebagai misal adalah penerbang tempur yang alih profesi ke pesawat tempur F-16A Fighting Falcon.
- c. Latihan unjuk kerja misi. Sarana untuk mengetahui unjuk kerja dan pengoperasian sistem senjata pesawat terbang yang sesungguhnya dalam lingkungan simulasi yang mempunyai keakuratan yang sangat tinggi. Ini biasanya dilakukan oleh penerbang-penerbang yang sudah mahir tetapi ingin mengetahui kemampuan optimal pesawat F-16A yang sesungguhnya sebelum mencobanya di pesawat terbang yang sesungguhnya.

Kemampuan-kemampuan di atas sudah mencakup seluruh kemungkinan kemampuan yang dimiliki oleh pesawat terbang yang sesungguhnya dan malah lebih terutama pada kemampuan latihan unjuk kerja misi. Latihan ini jarang digunakan di pesawat terbang yang sesungguhnya karena pada umumnya ini dilakukan pada saat melaksanakan tes penerbangan setelah pesawat selesai diperbaiki dan hanya dilakukan oleh penerbang yang mempunyai kualifikasi pilot uji (*test pilot*).

Pertimbangan-pertimbangan yang mendasari pembelian Simulator F-16A ini selain untuk mempersiapkan penerbang sebelum menerbangkan pesawat F-16 yang sesungguhnya adalah sebagai berikut :

- a. **Ekonomis.** Simulator tidak memerlukan bahan bakar untuk mengoperasikannya. Semua aktivitas Simulator dikelola dan dikontrol secara elektronik oleh sebuah komputer khusus. Tidak ada sumber daya lain kecuali aliran listrik. Hal yang sangat jelas di sini adalah biaya total pengoperasian rendah.
- b. **Keselamatan terbang.** Segala bentuk dan macam latihan dapat dilakukan tanpa harus khawatir terhadap kemungkinan mengalami accident yang dapat mengakibatkan kerugian baik personel maupun alat sista itu sendiri seperti yang dapat dialami bila menerbangkan pesawat terbang yang sesungguhnya.
- c. **Lingkungan yang terkontrol.** Simulator F-16A adalah tiruan pesawat F-16A yang hanya dapat "diterbangkan" di lingkungannya sendiri yang lingkungan simulasi yang dibuat sedemikian rupa sehingga mirip dengan situasi di dunia nyata. Ia menyediakan fasilitas latihan yang tidak mungkin dilakukan di dunia nyata seperti merubah cuaca secara tiba-tiba atau merubah suasana latihan dari siang ke malam dengan cepat.
- d. Simulator **tidak memerlukan ruang udara** untuk media latihannya. Media latihannya berupa ruang udara simulasi yang dihasilkan oleh visual system Simulator F-16A.

- e. **Bebas Polusi Udara dan Suara.** Hal yang paling jelas adalah Simulator tidak memerlukan bahan bakar seperti layaknya pesawat terbang yang sesungguhnya dan bebas polusi suara karena suara yang dikeluarkan oleh Simulator dapat diatur volumenya sesuai dengan kebutuhan melalui suatu media kontrol yang telah disediakan.
- f. **Efisien** waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk latihan terbang. Latihan tidak akan terganggu dengan adanya faktor-faktor seperti kondisi cuaca yang tidak mendukung, keterbatasan ruang udara atau ketersediaan (*availability*) pesawat terbang.

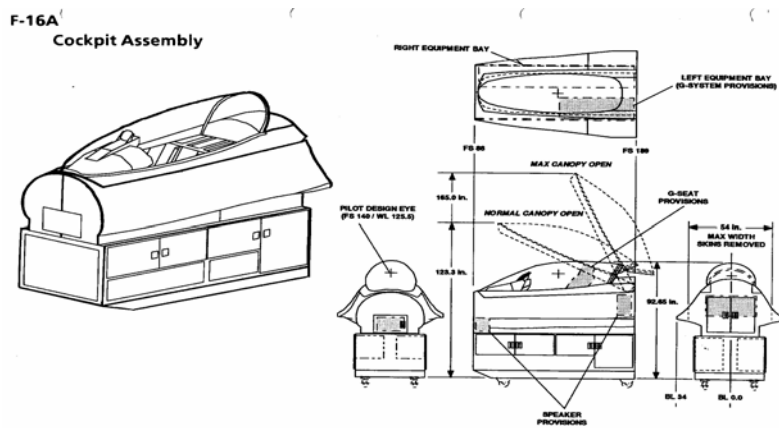
Dari pertimbangan-pertimbangan tersebut cukup layak bila TNI AU membeli Simulator tersebut apalagi dengan melihat kondisi negara saat ini sedang dalam kondisi krisis moneter yang berakibat pula pada pengurangan anggaran untuk TNI sebesar kurang lebih 30%. Pengurangan anggaran ini juga berakibat pada sektor penerbangan yang berakibat pada pengurangan jam terbang para penerbang F-16 di Skadron Udara 3 Lanud Iswahjudi sebesar 30%. Dengan kondisi tersebut Simulator memainkan peranan yang sangat penting diantaranya adalah para penerbang F-16 dapat mempertahankan kemampuan terbangnya dengan berlatih menggunakan Simulator. Yang lebih penting lagi, Simulator dapat “diterbangkan” kapan saja dan tidak tergantung pada kondisi operasional seperti layaknya pesawat terbang yang sesungguhnya.

C. Penjelasan Singkat Sistem Pembentuk Simulator F-16A

Tidak ada salahnya bila dalam tulisan ini juga disajikan secara singkat sistem-sistem yang membentuk Simulator F-16A. Seperti yang telah disampaikan penulis pada bagian sebelumnya, Simulator F-16A adalah alat yang dibuat untuk menirukan tingkah laku pesawat tempur F-16A di udara agar dapat diamati dan dimonitor di darat. Bagaimana alat tersebut dapat bertingkah laku sedemikian rupa, mungkin hal ini kurang begitu dipahami, akan dapat dilihat setelah menyimak penjelasan singkat sistem-sistem yang membentuk Simulator F-16A.

Dalam garis besarnya dari segi perangkat keras (*hardware*), penulis membagi sistem pembentuk Simulator F-16A ke dalam lima bagian besar, yaitu :

- a. **Cockpit Assembly dan Aircraft Instruments.** Bagian ini terdiri dari :
 - 1) Instrumen-instrumen pesawat terbang yang disimulasikan (*simulated system*) beserta peralatan elektroniknya. Semua instrumen Simulator sama dengan yang digunakan pada pesawat terbang yang sesungguhnya, perbedaannya terletak pada mekanisme penggerakannya



Gambar 1. Sketsa Cockpit Assembly Simulator F-16A

yang berbentuk simbol-simbol tertentu yang berasal dari komputer kontrol Simulator. Instrumen-instrumen tersebut telah dimodifikasi sedemikian rupa sehingga mereka hanya mengenali simbol-simbol yang datang dari komputer kontrol Simulator.

- 2) Perangkat yang berada di dalam Cockpit Assembly seperti G-seat System dan Air Breathing Unit. G-seat System berfungsi menghasilkan gerakan-gerakan dan efek getaran sebagaimana layaknya yang dirasakan pada pesawat terbang sebenarnya seperti efek G-force, getaran saat melipat roda pesawat dan getaran saat pesawat kena tembak peluru kendali. Air Breathing Unit berfungsi menghasilkan suplai udara ke G-suit dan oksigen ke mask penerbang sehingga penerbang dapat menggunakan *mask helm*-nya saat “menerbangkan” Simulator pada misi-misi tertentu.



Gambar 2. Cockpit Assembly Simulator F-16A diambil dari belakang.

- b. **Linkage/Interface.** Linkage/Interface ini dinamakan juga dengan Electronic Equipment Cabinet (EEC) yang disuplai oleh LMTAS sebagai media penghubung yang bertindak sebagai sarana komunikasi antara Cockpit Assembly dan Host Computer atau komputer kontrol Simulator (Simulator Control Computer atau SCC) di ruang komputer. Linkage/Interface ini salah satu fungsinya adalah merubah sinyal-sinyal digital yang dikirimkan dari SCC ke bentuk sinyal-sinyal analog yang digunakan untuk menggerakkan instrumen-instrumen Simulator dan demikian pula sebaliknya. Agar sinyal-sinyal tersebut dapat mencapai tujuannya tepat waktu, ia dilengkapi dengan kabel pita

IIOC
&
VME Cards



Gambar 3. Linkage/Interface

(*ribbon cable*) dengan mekanisme **Reflective Memory Bus (RMB)** yang mampu menyalurkan atau mentransfer data sebesar 5 Mbyte per detik antara SCC dengan Linkage/Interface. Dalam operasinya, card-card VME (Versa Module Europe) pada Linkage/Interface dikontrol oleh **Intelligent Input Output Controller (IIOC)** yang bertindak sebagai Central Processing Unit (CPU)-nya. Selain card-card VME tersebut, juga terdapat empat unit MPU yang diinstalasi di Cabinet 20 dan 21 masing-masing dua unit.

Selain kedua kabinet di atas, juga terdapat satu kabinet lagi yang juga berisi peralatan untuk



interfacing tetapi buatan TT&SL. Kabinet ini sebenarnya bukan bagian dari EEC, tetapi karena peralatan yang ada di dalamnya juga berfungsi sebagai *interface* maka kabinet ini dijadikan satu dengan kedua kabinet EEC di atas. Di dalam kabinet tersebut terdapat satu komputer yang

bertugas menghasilkan suara agar Simulator tampak realistis seperti aslinya. Suara-suara tersebut diantaranya adalah suara mesin pesawat, suara indikator di cockpit dan semua jenis suara yang ditimbulkan oleh pesawat terbang.

Juga terdapat perangkat yang digunakan sebagai antarmuka (*interface*) antara perangkat tampilan (*display*) di cockpit dengan perangkat tampilan di ruang kontrol Simulator atau Instructor's Operating Station (IOS). Fungsi antarmuka ini adalah untuk mendukung monitor tampilan ulang (*repeat display monitor*) bagi instrumen-instrumen di cockpit yang menggunakan tampilan dalam menyampaikan informasi yang dikandungnya seperti Head Up Display (HUD), Threat Azimuth Indicator atau Radar Warning Receiver (RWR),

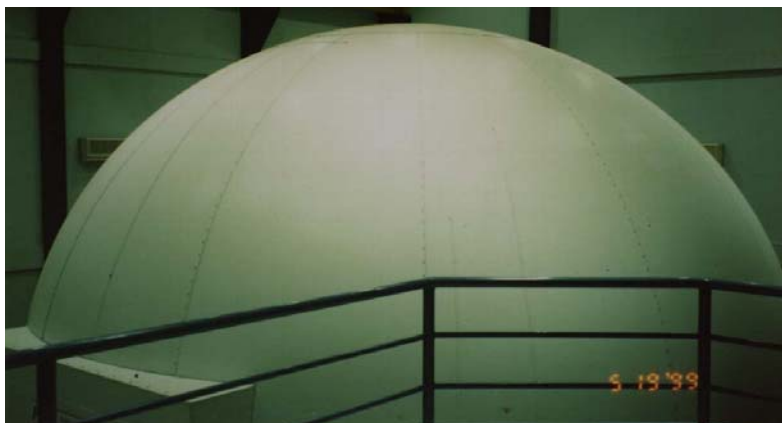
Radar Electro Optical (REO) dan tampilan visual di layar dome.

Gambar 4. Sound Generation Cabinet

c. **Visual System.** Visual System adalah semua perangkat yang digunakan untuk memproses, menghasilkan dan menampilkan gambar di layar dome. Visual System terdiri dari :

- 1) **Dome Assembly.** Dome assembly ini selain berfungsi sebagai "rumah" bagi cockpit assembly dan semua proyektor visual system, ia juga berfungsi sebagai layar besar untuk menampilkan

gambar-gambar yang



Gambar 5. Dome Assembly Simulator F-16A.

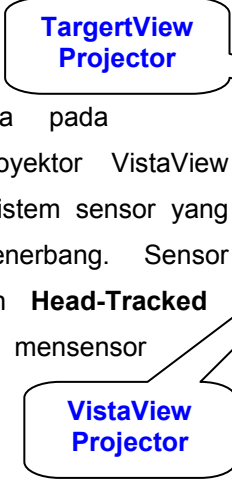
dipancarkan oleh proyektor-proyektor visual system. Dome assembly berbentuk bulat penuh seperti bola dunia dengan tujuan agar dapat memberikan daerah sapuan yang lebih luas.

- 2) **Target Projector** yang digunakan adalah TargetView 100 system dengan dua proyektor yang digunakan untuk menampilkan target-target yang telah diprogram seperti pesawat terbang, tank dan target-target lainnya ke layar dome.
- 3) **Head Tracked Area of Interest (HTAOI)** yang berbasis pada **VistaView 100 Projector** yang digunakan untuk menampilkan *inset* dan *background image* di layar dome. Gambar yang berada di dalam *inset* akan tampak lebih detail bila dibandingkan dengan

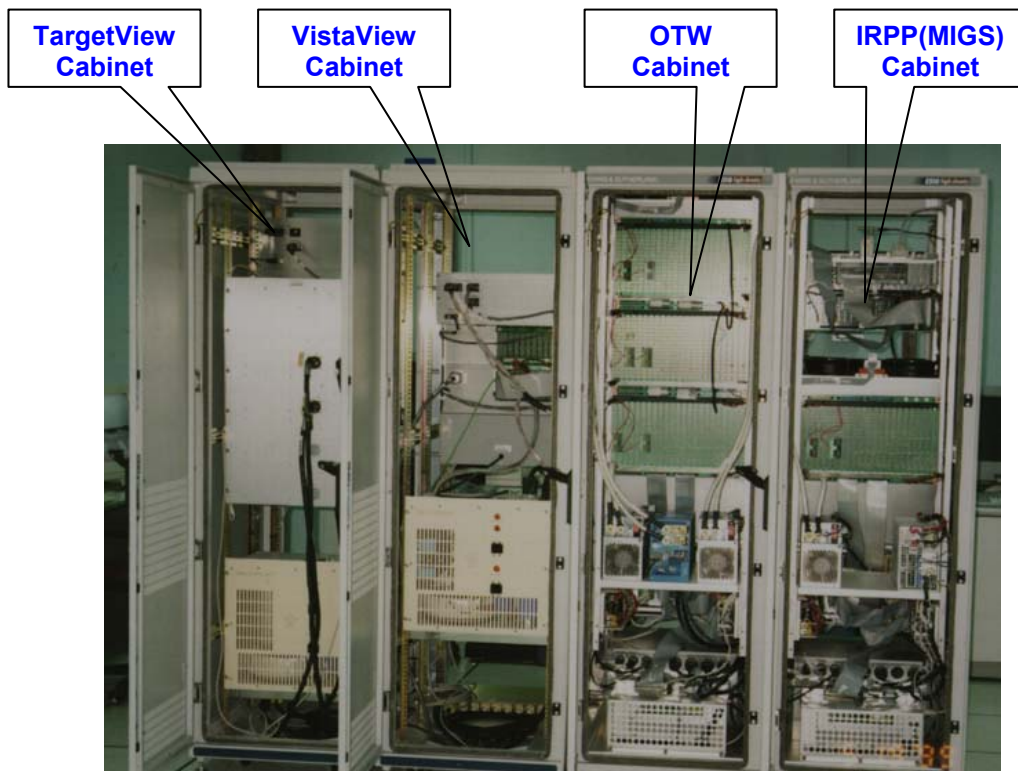
gambar yang berada pada *background*-nya. Proyektor VistaView dihubungkan dengan sistem sensor yang dipasangkan di helm penerbang. Sensor ini dinamakan dengan **Head-Tracked Sensor** yang akan mensensor gerakan kepala penerbang dan mengirimkan informasi

gerakan ini ke proyektor VistaView sehingga gambar yang dihasilkan oleh VistaView ini akan bergerak mengikuti arah gerakan kepala penerbang. Kemampuan daerah sapuan (*scanning area*) VistaView adalah 120° ke kiri dan ke kanan, 40° ke atas dan 30° ke bawah.

- 4) **Evans & Sutherland Image Generator (ESIG) 3000** yang terdiri dari empat kabinet yang masing-masing terdiri dari kabinet untuk :
 - a) **Out the Window (OTW) system** yang memproduksi *inset* dan *background image*. *Inset image* mempunyai diameter yang lebih kecil tetapi mempunyai detail *image* yang lebih tajam dan sebaliknya *background image* berdiameter lebih besar dengan detail *image* tidak begitu tajam bila dibandingkan dengan *inset image*. *Inset image* berada di tengah-tengah *background image*.
 - b) **Infra Red Post Processor (IRPP)** atau **Maverick Image Generation System (MIGS)** yang memproses data yang diperlukan oleh peluru kendali AGM-65 Maverick.
 - c) Card-card pengendali dan pengolah data VistaView Projector. Head Tracked Sensor juga dikendalikan melalui kabinet ini.
 - d) Card-card pengendali dan pengolah data TargetView Projector.



Gambar 6. VistaView dan TargetView Proyektor.



Gambar 7. Evans & Sutherland Image Generator 3000

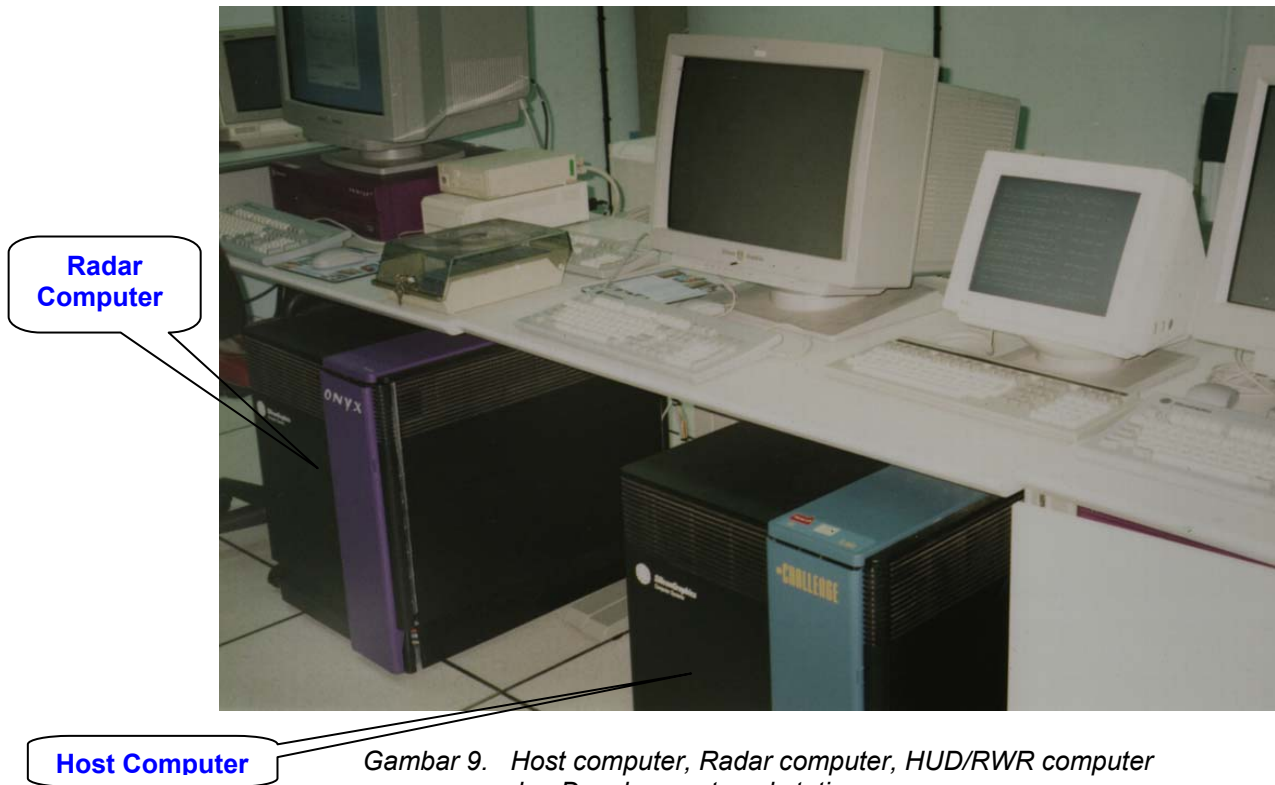
- 5) **Visual System Console.** Konsol-konsol ini digunakan untuk menjalankan dan memonitor semua aktivitas visual system. Konsol-konsol tersebut adalah konsol untuk memonitor :
- a) VistaView Projector.
 - b) TargetView Projector.
 - c) Maverick Video.
 - d) Repeat Visual Monitor.



Gambar 8. Konsol-konsol Visual System

d. **Computer System** yang terdiri dari :

- 1) **Host Computer** atau **Simulator Control Computer (SCC)** yang merupakan “otak” Simulator F-16A ini. Host computer bertugas mengontrol dan mengatur pertukaran informasi antara komputer-komputer lainnya melalui mekanisme yang dinamakan dengan **SCRAMNet**



Gambar 9. Host computer, Radar computer, HUD/RWR computer dan Development workstation.

(**Shared Common Random Access Memory Network**) melalui media yang dinamakan dengan **Fibre Optic Data Link (FODL)** dan dengan linkage/interface melalui media yang dinamakan dengan Ribbon Cable menggunakan mekanisme yang dinamakan dengan **Reflective Memory Bus (RMB)** dan visual system melalui media Ethernet. Informasi yang dikirimkan ke linkage/interface selanjutnya dikirim ke cockpit assembly. SCRAMNet mampu mentransfer data sebesar 8-10 Mbytes per detik sedangkan RMB sebesar 5 Mbytes per detik.

- 2) **Radar Computer** yang bertugas menghasilkan data Radar untuk keperluan Radar Electro Optical (REO) untuk ditampilkan di cockpit dan repeat display di IOS.
- 3) **HUD/RWR Computer** yang bertugas untuk menghasilkan data Head Up Display dan data Radar Warning Receiver untuk ditampilkan di cockpit dan repeat display di IOS.

- 4) **Instructor's Operating Station (IOS) System.** Meskipun tidak semua komponen dalam IOS system langsung berhubungan dengan komputer, tetapi masih ada kaitannya dengan sistem komputer sehingga masih layak bila dimasukkan ke dalam kategori tersebut. IOS system terdiri dari :
- a) **Mission Control Computer** atau komputer untuk kontrol misi yang digunakan untuk mengontrol aktivitas Simulator, media untuk perancangan dan implementasi misi penerbangan dan media memonitor kegiatan penerbang selama melaksanakan misi penerbangan. Mission control computer juga mendukung informasi ke tampilan instrumen ulang (*repeat instrumen display*) yang digunakan untuk memonitor aktivitas yang dilakukan oleh penerbang selama melaksanakan penerbangan. Kedua informasi yang berbeda tersebut ditampilkan pada dua monitor yang berbeda pada saat yang bersamaan. Hal ini dapat dilakukan karena adanya mekanisme *dual-head* yang didukung oleh komputer tersebut.
 - b) **Tactical Control Computer** atau komputer untuk kontrol taktis yang digunakan untuk menampilkan situasi taktis misi penerbangan seperti daerah latihan, hasil penembakan baik Air to Ground, Air to Air dan Maverick dan informasi-informasi taktis lainnya. TSD



Gambar 10. Instructor's Operating Station.

computer juga digunakan untuk memonitor status Stores Control Panel (SCP). Komputer ini juga didukung mekanisme *dual-head* sebagaimana halnya dengan komputer kontrol misi.

- c) Dilengkapi dengan empat **tampilan ulang (repeat display)** yang terdiri dari :
 - (1) Tampilan ulang Stores Control Panel (SCP).
 - (2) Tampilan ulang Radar Warning Receiver (RWR).
 - (3) Tampilan ulang visual dan Head Up Display (HUD).

- (4) Tampilan ulang Radar Electro Optical (REO).
- d) **Interface Control Module (ICM)** sebanyak dua unit yang masing-masing digunakan untuk mendukung Mission Control Computer dan Tactical Control Computer. Beberapa tugas yang didukung oleh ICM adalah Take Off reset pada R/W tertentu, pengaktifan G-seat System, Head-Trackted System, G-Suit System dan Sound System
 - e) **Video Cassette Recorder (VCR)** yang digunakan untuk merekam suatu latihan tertentu. Data yang direkam oleh VCR adalah tampilan situasi taktis, tampilan REO dan tampilan HUD/visual serta komunikasi antara penerbang dengan instruktur.
 - f) **Laser printer** juga disediakan untuk mendapatkan print-out dari tampilan situasi taktis.
 - g) **Handcontroller** yang salah satunya adalah digunakan untuk mengontrol pesawat target pada latihan Air-to-Air mission.
 - h) **Debrief Station** yang dilengkapi oleh tiga monitor yang digunakan untuk menampilkan rekaman VCR hasil latihan penerbangan yang tampilan situasi taktis, tampilan REO



Gambar 11. Debrief Station.

dan tampilan HUD/visual serta komunikasi antara penerbang dengan instruktur. Debrief Station ini digunakan untuk mengevaluasi hasil latihan.

- 5) **Development Workstation.** Komputer ini digunakan untuk keperluan khusus dan ia tidak terlibat langsung dalam aktivitas Simulator. Keperluan khusus tersebut adalah membuat atau memodifikasi perangkat lunak Simulator. Simulator ini hanya boleh digunakan oleh yang berwenang menangani perangkat lunak Simulator yaitu System Administrator Simulator F-16A.
- 6) **Database Generation Station (DBGS).** Komputer ini digunakan untuk membuat database visual yang nantinya akan digunakan oleh Simulator. Untuk mencapai tujuan tersebut, DBGS

ini dilengkapi dengan perangkat lunak-perangkat lunak standar E&S untuk pembuatan suatu database.

Sistem operasi yang digunakan oleh semua komputer Simulator adalah IRIX versi 5.3 berbasis pada UNIX system V release 4. IRIX adalah versi UNIX keluaran dari Silicon Graphics Inc., Silicon



Gambar 12. Database Generation Station visual system. Pada gambar tampak Sertu Rismanto, seorang database modeler sedang melakukan pemodelan.

Valley, Amerika Serikat, sedangkan untuk DBGS adalah SunOS versi 5.4 berbasis pada UNIX system V release 4 yaitu versi UNIX keluaran Sun Microsystem, Amerika Serikat. Sistem operasi UNIX digunakan karena kelebihanannya dalam pengelolaan jaringan komputer dan selain itu komputer-komputer yang digunakan Simulator adalah jenis *workstation*.

e. **Support Equipment** adalah semua peralatan yang mendukung operasi Simulator. Gambar-gambar berikut menampilkan beberapa dari support equipment tersebut.

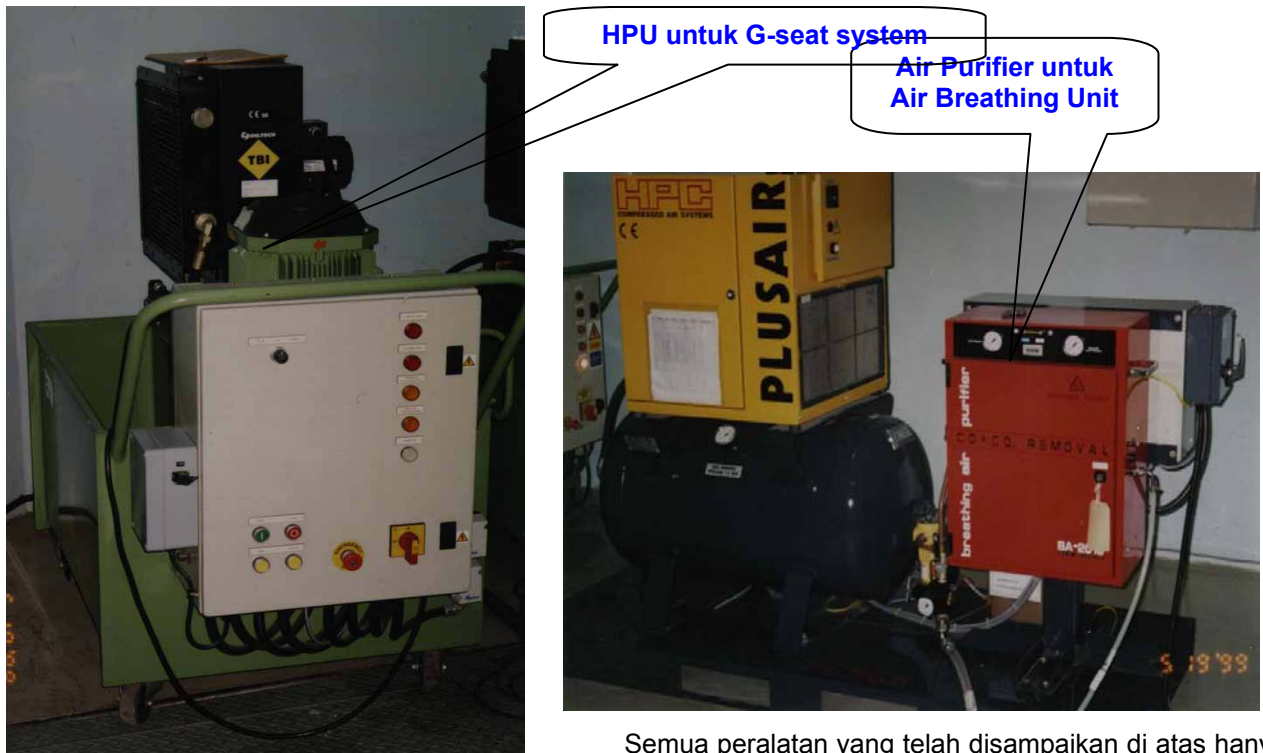
- 1) Air Handling Unit bertugas mensuplai udara ke cockpit assembly baik dingin maupun panas.
- 2) Generator Set digunakan untuk mensuplai daya listrik bila sumber daya listrik dari PLN tiba-tiba mati atau mengalami pemutusan.
- 3) Hydraulic Power Unit (HPU) yang berfungsi mensuplai daya hidrolik ke G-seat system untuk memberikan efek G-force dan getaran sebagai akibat gerakan pesawat terbang.
- 4) Air Breathing Unit yang berfungsi mensuplai oksigen (O₂) ke cockpit dan *compressed air* untuk G-suit penerbang.



Gambar 13. Air Handling Unit.



Gambar 14. Generator Set untuk kondisi darurat bersama dengan Sertu M. Taufik Kurniawan (kanan), salah seorang personel yang khusus menangani support equipment.



Gambar 15. Hydraulic Power Unit (kiri) dan Air Breathing Unit (kanan)

mewakili sebagian dari semua perangkat keras yang mendukung Simulator F-16A yang tentunya bila disampaikan di sini tentunya akan terlalu panjang. Pada bagian berikutnya, penulis akan menyampaikan perangkat lainnya tidak dapat dilepaskan dari perangkat keras yang membuat Simulator “hidup”.

D. Perangkat Lunak Simulator F-16A

Lain perangkat keras (*hardware*) lain pula perangkat lunak (*software*). Bila dilihat dari luar, Simulator terdiri dari perangkat keras yang jumlahnya dapat mencapai ribuan banyaknya mulai dari sifatnya komponen kecil seperti resistor, capacitor, IC sampai dengan yang modul yang merupakan gabungan dari komponen-komponen kecil tersebut atau secara singkatnya semua perangkat yang dapat dilihat mata dan dapat disentuh oleh tangan dinamakan dengan perangkat keras. Tetapi dalam konteks Simulator, bagaimana semua perangkat keras-perangkat keras tersebut saling berkomunikasi satu dengan lainnya dan “bekerja sama” menjalankan tugas untuk mencapai tujuan yang sama yaitu “menghidupkan” Simulator? Nah, di sinilah perangkat lunak memainkan perannya sebagai seorang bintang utama (*starring*). Ia bertindak sebagai penggerak, pengendali dan pemonitor aktivitas semua perangkat keras tersebut. Tanpa adanya perangkat lunak, perangkat keras-perangkat keras tersebut hanyalah suatu alat yang statis tanpa tahu apa yang harus dikerjakannya dan tidak dapat saling berkomunikasi satu dengan lainnya.

Perangkat lunak adalah sesuatu yang abstrak yang tidak dapat dilihat maupun disentuh dan tidak mudah untuk membayangkannya karena memerlukan penalaran dan logika yang cukup tinggi. Pemahaman perangkat lunak Simulator lebih banyak ke masalah teknis perancangan dan implementasinya, dengan pertimbangan

bahwa tulisan ini hanya bersifat pengenalan maka penulis tidak akan menyampaikan hal-hal yang berkaitan dengan perangkat lunak Simulator tersebut secara mendalam. Sebagai pelengkap tulisan ini, penulis hanya menyampaikan hal-hal spesifik saja yang berkaitan dengan perangkat lunak Simulator F-16A, hal-hal yang sifatnya lebih mendetil akan penulis sampaikan pada tulisan yang lain khusus membahas perangkat lunak Simulator F-16A bila memungkinkan.

D.1. Model-model Perangkat Lunak Simulasi

Sistem yang membentuk suatu pesawat terbang jumlah cukup banyak dan beragam tergantung pada tugas dan fungsinya masing-masing. Tujuan dari simulasi sistem pesawat tempur F-16A adalah menghasilkan suatu perangkat lunak yang mampu meniru dan menampilkan tingkah laku pesawat tempur F-16A sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang diaplikasikan pada pesawat tempur F-16A yang sesungguhnya. Pada dasarnya model-model perangkat lunak simulasi tersebut mensimulasikan unjuk kerja dan fungsionalitas sistem-sistem yang terdapat pada pesawat tempur F-16A. Model-model tersebut meliputi :

- a. Model-model dinamika terbang (*flight dynamics*).
- b. Model-model sistem avionik (*avionic system*).
- c. Model-model sistem pesawat terbang (*aircraft system*).

Model-model perangkat lunak tersebut akan mensimulasikan pesawat terbang baik dalam kondisi normal maupun dalam kondisi malfungsi (*malfuction*) atau darurat (*emergency*) dan mempunyai kemampuan memonitor pelaksanaan prosedur kondisi darurat yang dilaksanakan oleh penerbang. Kondisi malfungsi dan prosedur kondisi darurat yang disimulasikan bereferensi pada **T.O. ID1F-16A-1** dan data rancangan yang berkaitan yang dikeluarkan LMTAS. Model-model perangkat lunak tersebut juga dilengkapi dengan kemampuan untuk melakukan :

- a. Freeze yang digunakan untuk menghentikan Simulator pada kondisi tertentu.
- b. Reset yang digunakan untuk memosisikan Simulator pada koordinat tertentu.
- c. Repositioning yang digunakan untuk mengembalikan Simulator ke posisi semula.

Dalam rangka pengontrolan aktivitas model-model perangkat lunak tersebut, perangkat lunak Simulator F-16A juga dilengkapi dengan perangkat lunak yang digunakan untuk tugas pemantauan model-model perangkat lunak tersebut dan untuk kepentingan diagnosa dan perbaikan (*troubleshooting*).

D.2. Elemen-elemen Simulasi Perangkat Lunak

Elemen-elemen sistem yang diaplikasikan pada Simulator F-16A meliputi elemen-elemen perangkat lunak simulasi inti (*core*) yang terdiri dari :

- a. **Dinamika terbang.** Model-model perangkat lunak ini mensimulasikan persamaan-persamaan gerak pesawat terbang dengan karakteristik-karakteristik aerodinamis sebuah pesawat tempur F-16A. Model-model perangkat lunak ini terdiri dari :
 - 1) Simulasi kerangka pesawat terbang (*airframe simulation*).
 - 2) Atmosfer (*atmosphere*).
 - 3) Variasi magnetis (*magnetic variation*).

- 4) Referensi inersia (*inertial reference*).
- 5) Simulasi sistem pesawat terbang (*aircraft system simulation*).
- 6) Simulasi sistem propulsi (*propulsion system simulation*).

b. **Avionik.** Model-model perangkat lunak avionik mensimulasikan fungsi-fungsi dan operasi peralatan dan sistem avionik berikut ini :

- 1) Expanded Fire Control Computer (XFCC).
- 2) Stores Management System (SMS).
- 3) Head Up Display (HUD).
- 4) Inertial Navigation System (INS).
- 5) Fire Control Radar (FCR).
- 6) Tampilan Radar Electro-Optical (REO).
- 7) Fire Control/Navigation Panel (FCNP).

Selain itu model-model perangkat lunak ini juga mendukung antarmuka yang dibutuhkan dengan model-model sebagai berikut :

- 1) Combined Altitude Radar Altimeter (CARA).
- 2) Data Transfer Unit (DTU).
- 3) VHF Omnidirectional Range Instrument Landing System (VOR/ILS).
- 4) Sistem Tactical Air Navigation (TACAN).
- 5) Sistem Identification Friend-or-Foe (IFF).
- 6) Radar Warning Receiver (RWR).
- 7) Sistem Electronic Counter Measure (ECM) dan sistem Electronic Warfare (EW).
- 8) Sistem-sistem Komunikasi.
- 9) Sistem radio Ultra-High Frequency (UHF).
- 10) Sistem radio Very-High Frequency (VHF).

c. **Radar.** Model perangkat lunak ini mensimulasikan fungsi-fungsi dan operasi dari Fire Control Radar (FCR) APG-66 Block 15S. Model simulasi FCR ini mendukung operasi **Digital Radar Landmass Simulation (DRLMS)** dan model-model Video Radar Processing yang menyediakan fungsi-fungsi mode radar darat dan kontrol tampilan video radar. Data hasil pengolahan komputer radar akan ditampilkan pada tampilan REO.

d. **Lingkungan (*environment*).** Model-model perangkat lunak lingkungan dibagi menjadi tiga yaitu :

- 1) **Lingkungan Alat Bantu Navigasi Radio dan Komunikasi.** Database fasilitas radio (Radio Facility Database, RFD) terdiri dari stasiun-stasiun radio yang digunakan baik untuk komunikasi suara ataupun sebagai beacon yang digunakan sebagai penerima navigasi pada pesawat terbang. Database ini dibangkitkan melalui perangkat lunak Airport and Navigation Data Compiler (ANDC) dan dapat menampung sebanyak 400 stasiun berbagai jenis.
- 2) **Lingkungan Suara (*Aural Cue System*).** Sistem ini bertugas membangkitkan suara-suara di lingkungan Simulator yang diterima oleh penerbang di dalam cockpit sebagai akibat dari operasi pesawat terbang.

- 3) **Lingkungan Peperangan Elektronika (*EW environment*)**. Database model perangkat lunak ini terdiri dari radar-radar yang disimulasikan untuk berinteraksi dengan sistem RWR pesawat terbang.
- 4) **Lingkungan Taktis (*Tactical environment*)**. Lingkungan taktis dipandang sebagai semesta simulasi di mana di dalamnya akan terdapat :
 - a) Simulator (*ownership*).
 - b) Formasi pesawat terbang yang dapat juga digunakan sebagai sarana latihan penyergapan.
 - c) Target-target latihan yang terdiri dari :
 - (1) Target-target darat.
 - (2) Target-target udara.
 - (3) Target-target laut.
- e. **Malfungsi dan Prosedur-prosedur Darurat (*emergency*)**. Model-model perangkat lunak yang merepresentasikan kegagalan operasi atau kondisi tidak standar peralatan pesawat terbang yang menghasilkan penunjukan-penunjukan tidak normal pada penerbang. Dalam banyak kasus kondisi malfungsi mengharuskan penerbang melakukan tindakan prosedur darurat. Sistem mampu menampung sampai dengan 400 macam malfungsi yang dapat terjadi pada pesawat yang sesungguhnya.
- f. **Masukan/Luaran (*input/output*)**. Perangkat lunak I/O menyediakan fungsi-fungsi yang diperlukan untuk mendukung data antarmuka antara model-model simulasi dengan cockpit assembly, EEC dan peralatan pendukung lainnya.
- g. **Diagnosa (*diagnostics*)**. Perangkat lunak diagnostik menyediakan status diagnostik subsistem masukan/luaran (I/O) dan subsistem distribusi daya cockpit. Perangkat lunak ini terdiri dari tiga tingkat diagnostik yaitu :
 - 1) Kesiapan pagi hari (*morning readiness*) untuk memeriksa kesiapan operasi semua instrumen di dalam cockpit sebelum Simulator digunakan.
 - 2) Diagnostik terkontrol (*commanded diagnostic*).
 - 3) Diagnostik waktu-nyata (*real-time diagnostic*) yang hanya dapat dilakukan saat Simulator digunakan.

yang mensimulasikan konfigurasi sistem pesawat tempur F-16A TNI AU dan lingkungan pesawat tempur tersebut sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan.

Dari penjelasan ringkas perangkat lunak-perangkat lunak yang menggerakkan Simulator kiranya dapat dilihat dengan jelas bahwa Simulator F-16A ini bukan sembarang alat sista dan ia dibangun berbasis pada teknologi simulasi penerbangan modern yang terbaik pada jamannya yaitu antara tahun 1996-1997 dan harganya hampir dua kali lipat harga pesawat tempur F-16A.