TEKNOLOGI SIMULATOR PESAWAT TERBANG DARI MASA KE MASA

Oleh :

Mayor Lek Ir. Arwin D.W. Sumari, FSI, FSME, VDBM, SA[1]

Jauh sebelum Wright Brothers menciptakan pesawat terbang pertama, sejarah Yunani telah mencatat seseorang yang mencoba terbang seperti burung dengan menggunakan bulu yang dirangkai menyerupai sayap burung. Ingin terbang melihat isi dunia dari atas permukaan bumi telah menjadi keinginan manusia sejak dulu kala sehingga memotivasi untuk menciptakan berbagai peralatan untuk dapat menggapai mimpi tersebut. Dengan berjalannya waktu seiring dengan semakin majunya peradaban manusia dan teknologi, lambat laun terciptalah berbagai wahana udara khususnya pesawat terbang.

Penciptaan pesawat terbang mendorong minat berbagai kalangan untuk belajar menerbangkannya. Dalam proses pembelajarang tersebut disadari bahwa terbang adalah pekerjaan dengan resiko tinggi dan sangat mahal. Kesalahan sedikitpun di udara akan berakibat fatal yang dapat mengakibatkan kematian (no space for error) dan semakin lama waktu yang ditempuh untuk belajar terbang, semakin banyak yang harus dirogoh dari kantong kita. Dengan adanya konsekuensi tersebut, timbul ide untuk menciptakan suatu mesin untuk belajar terbang yang di kemudian hari dikenal dengan Flight Simulator atau Simulator Pesawat Terbang.

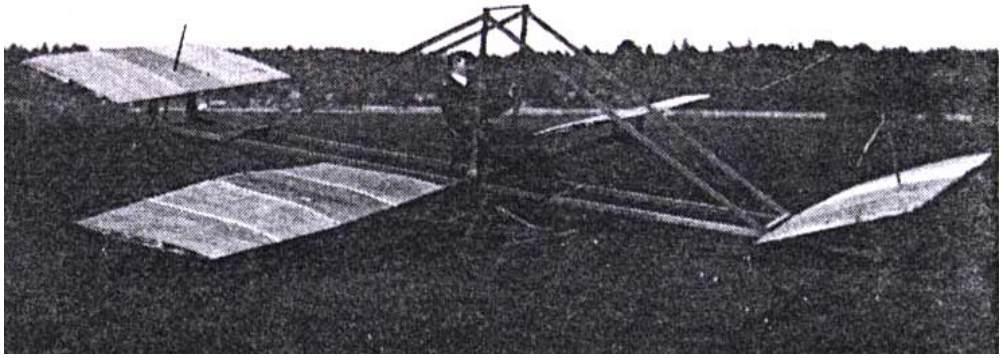
Sejarah Singkat Flight Simulator

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

---

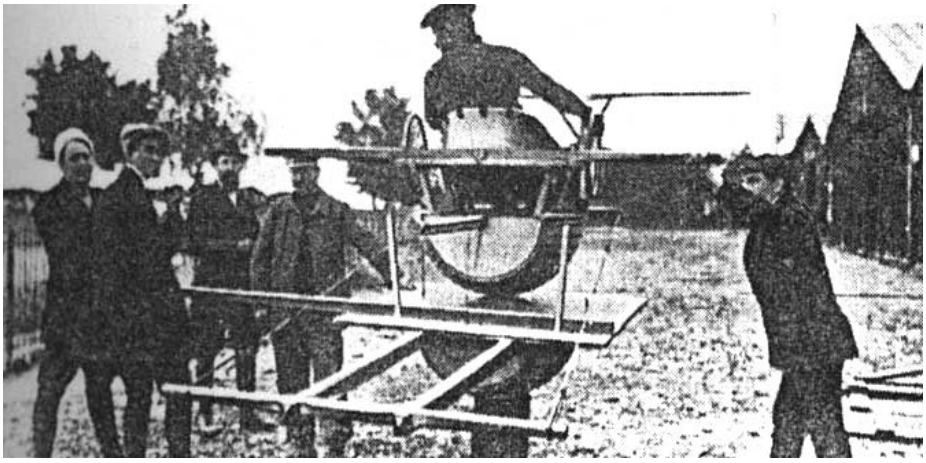
[1] Kepala Fasilitas Latihan Wing – 3 Tempur, Lanud Iswahjudi

universal joint dan dilengkapi *control column* untuk mempertahankkan 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.

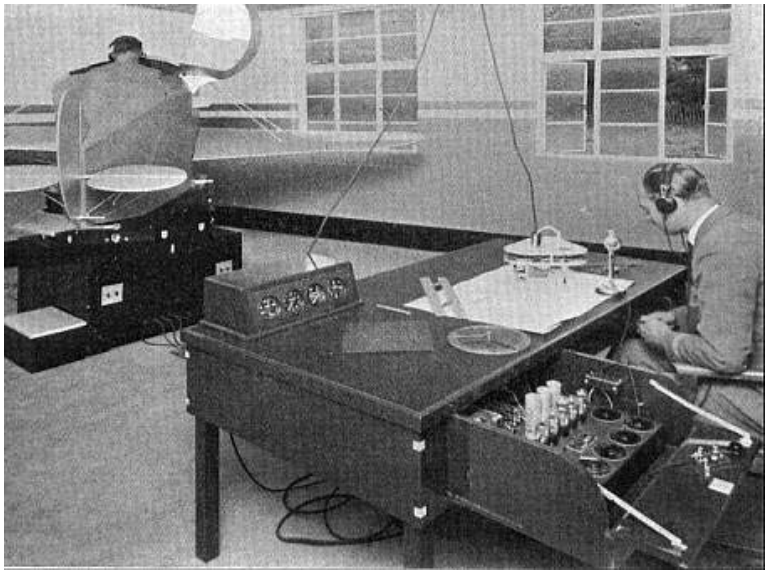


Gambar 2. Instruktur memberikan gangguan pada Antoinette "*apprenticeship barrel*" yang dibuat dari belahan gentong bir.

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* berbasiskan 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 diimpelementasikan 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 pengembangngan berikutnya telah mampu membangkitkan citra dari obyek-obyek tiga dimensi (3D).

- 1971 – Vital II dibuat oleh McDonnel-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 *cokpit* yang realistis sebagaimana aslinya.