

STUDI DESAIN KONSEP SIMULATOR AERODROME CONTROL TOWER

Afen Sena

Dosen Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia PO Box 609 Tangerang (15001)

RINGKASAN

Pendidikan dan pelatihan dalam Air Traffic Control memerlukan infrastruktur yang memadai dalam rangka mencapai hasil yang optimal. Air Traffic Control Simulator adalah sarana simulasi pelatihan bagi personil yang mengoperasikan sistem Air Traffic Control. Saat ini, perkembangan pesat teknologi komputer memungkinkan simulasi Air Traffic Control dapat diganti dengan menggunakan sistem berbasis komputer. Kebutuhan simulator Air Traffic Control dianggap sangat penting untuk mendukung keberhasilan program pelatihan Air Traffic Control. Kemampuan untuk melakukan desain dan konstruksi simulator Air Traffic Control merupakan salah satu unsur keberhasilan dalam mendukung kinerja Air Traffic Control

Education and training in air traffic control requires adequate infrastructure in order to achieve optimal results. Air traffic control simulator is a means of training simulation for personnel who operate air traffic control system. Nowadays, a rapid development of computer technology allowing the air traffic control simulation can be replaced by using computer-based system. The need of air traffic control simulator is considered very important to support the success of the air traffic control training program. Ability to perform design and construction of an air traffic simulator control is one element of success in supporting the training performance of air traffic control.

A. PENDAHULUAN

Tugas pemandu lalu lintas udara (*Air Traffic Controller/ ATC*) yang tercantum di dalam Annex 2 (*Rules of the Air*) dan Annex 11 (*Air Traffic Services*) Konvensi Chicago 1944 adalah mencegah tabrakan antar pesawat (separasi baik arah lateral, vertical maupun longitudinal), mencegah tabrakan pesawat dengan *obstructions*, mengatur arus lalu lintas udara yang aman, cepat dan teratur kepada pesawat terbang, baik yang berada di ground atau yang sedang terbang / melintas dengan menggunakan jalur yang telah ditentukan. Tugas lainnya adalah untuk memberikan gambaran keadaan lalu-lintas di udara kepada penerbang yang diperoleh baik melalui radar maupun non-radar termasuk informasi keadaan cuaca dan navigasi udara.

Berdasarkan wilayah tanggung jawabnya, *Air Traffic Controller* terbagi atas 3 jenis yaitu:

1. *Aerodrome Control Tower* (TWR)

Bertugas untuk mengendalikan proses kedatangan dan pemberangkatan pesawat terbang di *manoeuvring area* dan wilayah udara dalam jarak pandang yang masih mampu dijangkau secara visual biasanya dalam jarak jangkauan 2 hingga 5 NM.

2. *Approach and Terminal Control* (APP / TMA)

Bertugas melakukan panduan terhadap pesawat yang terbang di dalam terminal *control zone* yang memiliki jarak jangkauan antara 30 sampai 50 NM dari posisi bandara. APP/TMA bertugas dalam memandu *traffic climb* dan *descend*.

3. *Area Control Center* (ACC)

Bertugas memberikan pelayanan ATC terhadap pesawat yang terbang di dalam geographic area dengan jangkauan beberapa ratus mile dari posisi bandara pada posisi *en-route / cruising level*.

Untuk melaksanakan tugas tersebut diperlukan seorang petugas ATC dalam pengaturan arus lalu lintas udara yang dimulai dari pesawat melakukan contact (komunikasi) pertama kali sampai dengan pesawat tersebut mendarat (landing) di bandara tujuan.

Disamping itu diperlukan dukungan prasarana, sarana, serta perangkat peraturan yang sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang dikeluarkan *International Civil Aviation Organization (ICAO)* Organisasi Penerbangan Sipil Internasional, yang dari hari ke hari terus dilakukan amandemen sesuai dengan pengembangan arus lalu lintas penerbangan dan teknologi.

Dengan semakin tingginya frekuensi penerbangan yang melintasi ataupun mendarat di bandar udara dewasa ini, maka tugas dan tanggung jawab pelayanan Operasi Lalu Lintas Udara menjadi semakin berat. Oleh karena itu, kualitas dan kehandalan perangkat kerja dan SDM yang ada dibelakangnya harus benar-benar prima untuk menjamin terhindarnya insiden penerbangan.

Salah satu cara dalam rangka mempertahankan kualitas dan kehandalan petugas ATC adalah dengan menyelenggarakan ujian License dan Rating bagi petugas ATC secara periodik. Agar penyelenggaraan ujian License dan Rating ATC ini dapat diselenggarakan secara aman dan tidak mengganggu operasional perangkat ATC, maka diperlukan suatu wahana khusus yaitu apa yang disebut dengan ATC Simulator.

Selain untuk penyelenggaraan ujian License dan Rating, ATC Simulator ini dapat juga digunakan untuk wahana recurrent atau

refreshning training bagi petugas ATC dan sarana pengenalan atau familiarisasi bagi calon petugas ATC.

ATC Simulator adalah suatu sistem terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang bertugas mensimulasikan situasi lalu lintas udara mulai dari ground control di bandara hingga ke area control termasuk mensimulasikan kondisi pesawat terbang dan lingkungan dimana pesawat yang dikendalikan berada.

Dalam ATC Simulator, peserta diklat dapat dilatih hal-hal sebagai berikut:

1. Latihan mendeteksi dan mencegah sedini mungkin terjadinya tabrakan antar pesawat, mencegah tabrakan pesawat dengan *obstructions* dan kendaraan bandara di area bandara.
 2. Latihan menangani kondisi abnormal seperti situasi urgensi dan emergensi
 3. Latihan memberikan panduan bagi penerbang pesawat baik yang sedang terbang di luar dan di dalam aerodrome area seperti approach, takeoff dan landing.
 4. Latihan komunikasi *radiotelophony* dengan penerbang sesuai dengan kaidah ATC seperti yang diatur oleh ICAO.
- Sesuai dengan level penggunaannya di lapangan maka ATC Simulator terklasifikasi menjadi 4 jenis yakni:

1. *Aerodrome Control Simulator (ACS)*

Merupakan replika dari perangkat ground dan tower serta approach control sesungguhnya yang berfungsi sebagai wahana pelatihan bagi petugas ground, tower dan approach controller

2. *APP/ACC Radar (Surveillance) Simulator*

Merupakan replika dari perangkat approach dan area control center sesungguhnya yang berfungsi sebagai wahana pelatihan bagi petugas area approach dan control center area (APP/ACC) dalam memberikan service radar (*sureveillance*).

3. APP/ACC Non-Radar (Prosedural Control) Simulator

Merupakan replikan dari perangkat approach dan area control central sesungguhnya yang berfungsi sebagai wahana pelatihan bagi petugas approach dan area control central (APP/ACC) yang memberikan service non-radar (procedural control).

4. ADS-CPDLC

Automatic Dependent Surveillance-Controller Pilot Data Line Communication merupakan replikan APP/ACC Radar (Surveillance) dengan teknologi ADS-CPDLC.

Secara umum manfaat penggunaan ATC simulator sebagai wahana pelatihan adalah:

1. Mengurangi biaya operasional pelatihan, karena biaya operasional ATC simulator jauh lebih murah dibandingkan dengan perangkat ATC sesungguhnya.
2. Tidak mengandung unsur resiko apabila terjadi kesalahan prosedur yang dilakukan siswa pada waktu pelatihan berlangsung.
3. Pelatihan dapat dilaksanakan setiap saat tidak bergantung kepada waktu, cuaca maupun kondisi alam

B. KERANGKA TEORITIK

Robinson (1966) menyatakan bahwa simulasi sering berganti nama game. Coleman (1970) mendefinisikan simulasi dan game secara berbeda. Tornyay dan Thompson (1982:24), menyebutkan beberapa penulis berikut ini memberikan petunjuk dalam mengembangkan definisi yang dapat membantu untuk mengklarifikasi dan membedakan istilah simulasi dan game (Clarlson, 1969; Tansey dan Unwin, 1969; Raser, 1969; Abt, 1971; Curtis dan Rothert, 1972; Cruickshank, 1977; Rockler, 1978; McKe-achie, 1978; Thiagarajan dan Stolovich, 1978; Cooper, 1979).

Simulation: A realistic representation (model) of structure or dynamics of a real thing or process with which the participant, as

an active part of the experience, interacts with person or thing in the environment, applies previously learned knowledge to make responses (decisions and action to deal with a problem or situation, and receives feedback about responses without the direct real-life consequences. Game: An activity governed by precise rules that involves varying degrees of chance or risk and one or more players who compete (with self, the game, one another, or a computer) through the use of knowledge, skill, strength, or luck in an attempt to reach a specified goal (gain an intrinsic or extrinsic reward) Simulation Game: An activity that incorporates the characteristic of both a simulation and a game; a game that also models some real life situation or process.

Simulasi adalah tiruan perbuatan yang hanya pura-pura. Simulasi dari kata simulate yang artinya pura-pura atau berbuat seolah-olah; dan simulation artinya tiruan atau perbuatan yang pura-pura. Menurut kamus Inggris-Indonesia (Echols dan Shadily, 1975:527), simulation artinya pekerjaan tiruan atau meniru, sedang simulate, artinya menirukan, pura-pura atau berbuat seolah-olah. Dengan demikian simulasi adalah peniruan atau perbuatan yang bersifat menirukan suatu peristiwa seolah-olah seperti peristiwa yang sebenarnya.

Beberapa penulis menyebutkan manfaat simulasi, diantaranya adalah berikut ini. Simulasi dapat meningkatkan motivasi dan perhatian anak terhadap topik, dan belajar anak, serta meningkatkan keterlibatan langsung dan partisipasi aktif siswa dalam belajar. Meningkatkan kemampuan siswa dalam belajar kognitif, meliputi informasi faktual, konsep, prinsip dan keterampilan membuat keputusan. Belajar siswa lebih bermakna.

Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan guru manakala menggunakan simulasi untuk pembelajaran.

- Simulasi dilakukan oleh kelompok siswa.
- Tiap kelompok mendapat kesempatan melaksanakan simulasi yang sama atau dapat juga berbeda.
- Semua siswa harus terlibat langsung menurut peranan masing-masing. Penentuan topik disesuaikan dengan tingkat kemampuan kelas, dibicarakan oleh siswa dan guru.
- Dalam simulasi seyogyanya dapat dicapai ketiga domain psikis.
- Hendaknya yang diusahakan terintegrasinya beberapa ilmu. Petunjuk simulasi hendaknya dibuat secara jelas dan mudah dipahami anak terutama bagi pemegang peran.
- Simulasi adalah latihan keterampilan motorik maupun sosial yang dapat memberikan pengalaman belajar bagi siswa dalam menghadapi keadaan yang sebenarnya.
- Pelaksanaan simulasi perlu menggambarkan situasi yang lengkap, proses yang rinci dan urutan yang sesuai dengan situasi yang sesungguhnya.

Simulasi adalah program (*software*) komputer yang berfungsi untuk menirukan perilaku sistem nyata (*realitas*) tertentu. Tujuan simulasi antara lain untuk pelatihan (*training*), studi perilaku sistem (*behaviour*) dan hiburan / permainan (*game*). Beberapa contoh simulasi komputer, antara lain : simulasi terbang (*flight simulation*), simulasi sistem ekonomi makro, simulasi sistem perbankan, simulasi antrian layanan bank (*service queue*), simulasi game strategi pemasaran (*market game*), simulasi perang (*war game simulation*), simulasi mobil (*car simulation*), simulasi tenaga listrik (*power plan simulation*), simulasi tata kota (*sim city*).

Simulasi waktu nyata (*real time*) merupakan bagian dari ilmu informatika (teknologi informasi) yang sedang berkembang sangat pesat saat ini.

Studi informatika yang mendukung simulasi komputer, antara lain : pemodelan dan simulasi, teori sistem, rekayasa perangkat lunak dan grafik animasi komputer. Proses tahapan dalam mengembangkan simulasi komputer adalah sebagai berikut:

- Memahami sistem yang akan disimulasikan
- Mengembangkan model matematika dari sistem
- Mengembangkan model matematika untuk simulasi
- Membuat program (*software*) komputer
- Menguji, memverifikasi dan memvalidasi keluaran simulasi
- Mengeksekusi program simulasi untuk tujuan tertentu.

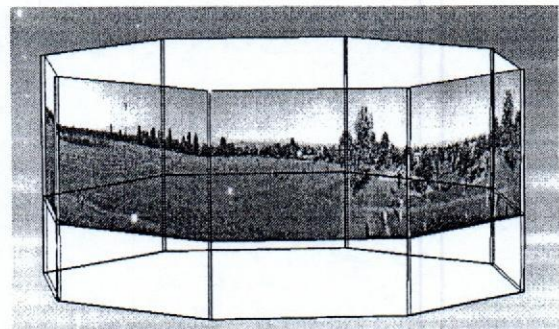
C. MODEL RANCANG BANGUN

Berikut ini adalah beberapa keunggulan yang dimiliki oleh Aerodrome Control Simulator.

1. Aspek Teknis

Memiliki tampilan proyeksi bidang pandang (*field-of-view*) sebesar 360° yang dibangkitkan oleh 8 buah LCD melingkar yang membentuk ruang silinder.

Menyediakan 360° graphical 3D terrain database.



Gambar 1: Lay Out 360 degree View

- c. Pesawat, bangunan bandara dan penerangan dimodelkan dalam model 3 dimensi.



Gambar 2: Konsep 3 Dimension View

- d. Parameter-parameter berikut ini ditampilkan secara akurat baik dalam modeling maupun visualisasi:

- 1) Airfield runways dan taxiways
- 2) Environment Condition dan local weather effects
- 3) Time of day (day, dusk dan night)
- 4) Model Flight dimodelkan secara realistic berdasarkan flight performance pesawatnya.

- e. Simulator dilengkapi dengan fasilitas:

- 1) Zooming terhadap object maupun platform sebagai pengganti fungsi teropong (binocular).
- 2) Terminal Area Display dari mulai ground, tower hingga approach area dalam presentasi display Radar 2 Dimensi.
- 3) Flight Strip tray - berfungsi sebagai tempat penyimpanan flight strip.
- 4) Record Replay - berfungsi sebagai fasilitas dalam mengevaluasi kinerja siswa
- 5) Digital audio sebagai media komunikasi antar position (tower controller, approach controller, pseudo pilot dan instructor).

2. Konfigurasi Sistem

Konfigurasi Aerodrome Control Simulator dibangun dengan menggunakan sistem jaringan (LAN) yang tersambung satu sama lain melalui Router Hub seperti terlihat pada gambar 1 yang terdiri dari:

- a. Dua unit *Tower Controller* masing-masing bertindak sebagai *Executive* dan *Assistance Controller position*

- b. Satu unit *Approach Controller position*

- c. Tiga unit *Pseudo Pilot position*

- d. Satu unit *Instructor position*

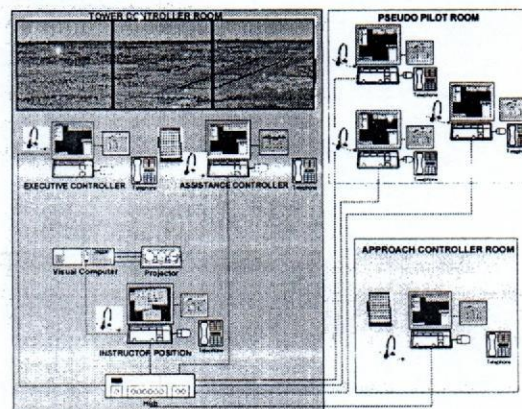
- e. Satu set Visual sistem berupa:

- 1) Delapan unit *Image Generator*
- 2) Delapan unit LCD 60"

Setiap position dirancang dalam bentuk console atau *rack cabinet* yang berisi perangkat keras berikut:

- a. *Workstation* berupa *computer PC* lengkap dengan *keyboard* dan *trackball mouse*
- b. *Console Display* berupa 24 inch LCD monitor
- c. *Audio Communication Sistem* terdiri dari:
 - 1) *Audio Headset*
 - 2) *Loud speaker*
 - 3) *Telephone-set*

- d. *Soft Audio Communication Control Panel* sebagai fasilitas *audio control selection* berupa 21.5" LCD Touch screen monitor
- e. *Flight Strip tray*



Gambar 3: Konfigurasi Sistem Approach dan Tower Control Simulator



Gambar 4: LCD Screen

3. Spesifikasi Teknis

Spesifikasi teknis sistem Aerodrome Control Simulator terklasifikasi menjadi 3 komponen meliputi hardware, software dan operasional.

a. Hardware

Komponen hardware Aerodrome Control Simulator terdiri dari 3 sistem yaitu:

1) Computer Sistem

Computer yang digunakan untuk System Manager memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:

- a) Industrial Server Xeon E5620
- b) RAM 6GB RDIMM DDR3-1333
- c) GbE NIC
- d) VGA ATI 32MB
- e) DVD-ROM
- f) LCD Monitor 20", 1600 x 900
- g) Industrial Keyboard & Mouse Rack Mount
- h) Tower Case
- i) Server Rack

Computer yang digunakan untuk Tower Controller memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:

- a) Industrial PC Core i3-350M
- b) RAM 4GB DDR3
- c) Hard Disk Drive 750GB SATA
- d) Dual Head Graphics Adapter VGA NVIDIA GeForce GT230M 1GB
- e) LCD monitor 24 inch 1920 x 1080
- f) LCD monitor 21.5 inch 1920 x 1080 TouchScreen

Computer yang digunakan untuk Pseudo Pilot Position memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:

- a) Industrial PC Core i3-350M
- b) RAM 4GB DDR3
- c) Hard Disk Drive 750GB SATA
- d) Dual Head Graphics Adapter VGA NVIDIA GeForce GT155M 2GB
- e) LCD monitor 24 inch 1920 x 1080
- f) LCD monitor 21.5 inch 1920 x 1080 TouchScreen

2) Audio Communication Sistem

- a) 21.5 inch LCD Touch screen monitor 1920 x 1080
- b) Loud speaker

c) Audio Headset

d) Telephone set

e) Sound blaster card

3) Visual Sistem

a) LCD Monitor 60" 1920 x 1080

b) Visual Image Generator dengan spesifikasi sebagai berikut:

- i. Industrial PC CPU Core i7-2600
- ii. RAM 4GB DDR3
- iii. Hard Disk Drive 1TB SATA
- iv. VGA NVIDIA GeForce GT155M 2GB

b. Software

Software Aerodrome Control Simulator memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:

1) Database

Database merupakan koleksi data yang diperlukan untuk mengeksekusi simulator yang meliputi:

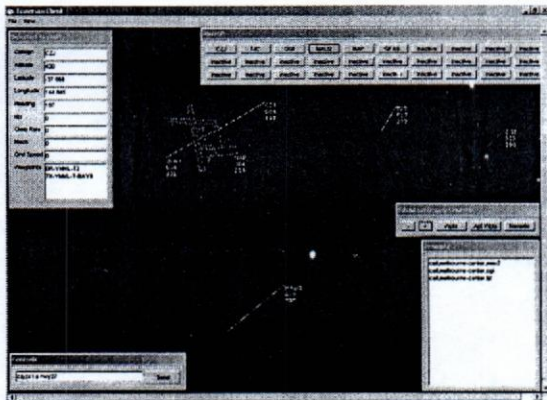
- 2) Flight Performance
- 3) Flight Plan
- 4) Flight Procedure
- 5) Air Route
- 6) Airspace
- 7) Airport Condition
- 8) Navigation Aids (NavAids)
- 9) Exercise dan Scenario

a) Modeling

Software pemodelan yang terlibat dalam proses eksekusi simulator meliputi:

Flight Processing – software yang memodelkan karakteristik, kinerja dan operasional pesawat terbang dilihat dari sisi ATC controller mulai dari proses take-off hingga landing baik dalam keadaan normal, abnormal, ataupun emergency termasuk pengaruh lingkungan buruk.

Radar Processing – software yang memodelkan seluruh aspek yang berkaitan dengan radar processing mulai dari radar detection, radar view display (lihat gambar 5) hingga radar tools.



Gambar 5: Radar Terminal Area Display

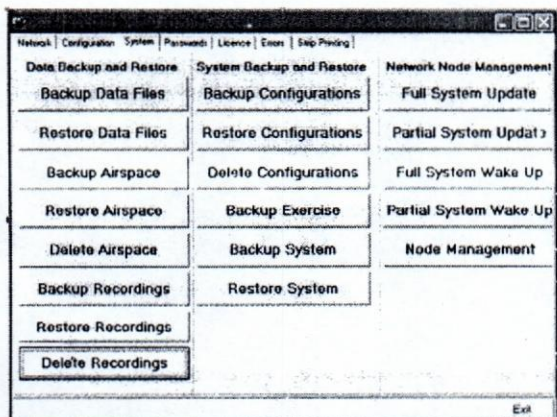
b) Graphical User Interface (GUI)

GUI program adalah software yang dibuat berbasis Windows berisi sistem menu disamping menampilkan radar view seperti terlihat pada gambar 3. Sistem menu dirancang secara khusus disesuaikan dengan posisinya (tower controller, approach controller, pseudo pilot dan instructor).

c) Sistem Management

Software ini diaktifkan lewat computer instructor position, digunakan oleh sistem administrator untuk tugas atau pekerjaan yang berkaitan dengan aspek pemeliharaan sistem seperti:

- i. Sistem Configuration termasuk update database
- ii. User Account (user types, password, access rights)
- iii. Simulation load/unload
- iv. Online/Offline reporting data
- v. Backup dan Restore



Gambar 6: Sistem Management Display

d) Voice Simulation

Pada setiap position disediakan *audio station* yaitu fasilitas untuk berinteraksi/berkomunikasi secara verbal antar position (*controller, instructor dan pseudo pilot position*) dalam lingkup sistem Approach dan Tower Control Simulator. Software voice simulation ini dikembangkan dengan menggunakan teknologi VoIP (Voice Internet protocol).

Audio Communication Sistem ini menyediakan fasilitas komunikasi dua arah sesuai fungsi dan kebutuhannya sebagai berikut:

i. Administration Communication

Berfungsi untuk koordinasi keseluruhan sistem dan hanya tersedia pada *Instructor Position*, digunakan untuk berkomunikasi dari Instructor Position ke Controller Position (Approach dan Tower), dari Instructor Position ke Pseudo Pilot Position atau dari Instructor Position ditujukan keseluruhan position (*Broadcast*) dengan menggunakan tombol *Admin* dan memilih *jenis komunikasi* yang diinginkan pada sistem komunikasi di Instructor Position.

ii. Ground to Ground Communication

Berfungsi untuk koordinasi antara *Tower Controller Position* dengan *Approach Controller Position* seperti *Hand Over, Flight Plan request* dll. Fasilitas ini diaktifkan dengan memilih tombol *Controller Position* yang dituju pada sistem komunikasi di tiap Controller Position.

iii. Ground To Air/Air To Ground Communication

Berfungsi sebagai simulasi frekuensi radio yang digunakan untuk berinteraksi antara *Controller position* sebagai *Approach Controller* ataupun *Tower Controller* dengan *Pseudo Pilot Position* sebagai *operator pesawat*. Frekuensi radio telah diset sesuai

dengan frekuensi yang dituju di tiap airspace/sektornya. Fasilitas ini diaktifkan dengan memilih tombol yang ada di *Controller Position* maupun di *Pseudo Pilot Position*.

e) Visual Simulation

Software visual simulation dikembangkan untuk membangkitkan tampilan 3D object, platform dan lingkungannya di layar. Software ini dilengkapi dengan database pesawat dan airport dalam 3Dimensi serta objek-objek yang berada di permukaan tanah.

f) Record Replay

RECORD adalah fasilitas bagi instruktur untuk merekam aktivitas yang dilakukan siswa selama pelatihan berlangsung baik aktivitas yang dilakukan dengan tangan (*mouse dan keyboard*) maupun aktifitas verbal. Rekaman aktivitas tersebut disimpan dalam bentuk file data dan audio di dalam harddisk yang disebut *recorded file*.

Sedangkan REPLAY atau PLAYBACK adalah fasilitas untuk memutar balik recorded file sehingga semua aktivitas siswa dalam menjalankan pelatihan bisa dilihat kembali. Fasilitas ini digunakan oleh *instruktur* untuk menganalisa dan mengevaluasi kinerja siswa berupa komentar atau saran bila siswa melakukan kesalahan. Aktivasi replay ini bisa dilakukan pada *instructor position*.

c. Operasional

Secara garis besar aspek operasional Aerodrome Control Simulator diterangkan di bawah ini.

1) Training Preparation

Persiapan proses pelatihan merupakan tanggung jawab seorang instruktur. Data yang harus dipersiapkan oleh instruktur sebelum training dilaksanakan meliputi: Exercises atau Courseware, Flight Plan, NavAids Data dan Aero Map Data

2) Training Execution

i. Training Configuration

Sesi pelatihan merupakan faktor utama yang menentukan berhasil tidaknya misi suatu pelatihan di Approach dan Tower Control Simulator. Sesi pelatihan mendefinisikan suatu lingkungan eksekusi yang meliputi *defined airspace* dan *sistem parameter* yang relevan untuk exercise yang akan dijalankan.

Ketika seorang siswa melakukan proses *login*, maka siswa position akan mengidentifikasi sesi pelatihan yang telah ditentukan untuk dijalanannya. Sesi pelatihan diaktifkan, dikendalikan dan dihentikan oleh *instruktur*.

ii. Exercise Supervision

Supervisi terhadap setiap exercise dilakukan oleh exercise supervisor seperti:

(1) Exercise Initiation

Pemilihan suatu exercise yang akan dijalankan yang melibatkan pada instalasi dan validasi terhadap exercise tersebut.

(2) Exercise Resumption

Melakukan inialisasi proses eksekusi suatu exercise yang sudah terinstal.

(3) Exercise Suspension

Melakukan freeze atau pemberhentian sementara proses eksekusi suatu exercise

(4) Exercise Termination

Memberhentikan proses eksekusi suatu exercise yang sudah tidak diperlukan lagi.

(5) Record

Sebagai bahan evaluasi kinerja siswa setelah training selesai (*post evaluation training*).

iii. Post Training Evaluation

Setelah training selesai dilakukan, instruktur dapat melakukan evaluasi terhadap kinerja siswanya dengan menggunakan fasilitas replay atau playback.

4. Design Approach

Pendekatan yang dilakukan dalam proses perancangan dan pengembangan Aerodrome Control Simulator adalah sebagai berikut:

a. Reference

Dokumen yang menjadi rujukan dalam pelaksanaan rancang bangun Simulator adalah:

- 1) *ICAO – SARP Document*
- 2) *DGAC – CASR Document*
- 3) *User Requirements document*

Dokumen *ICAO* dan *DGAC* berisi regulasi yang mengatur keberadaan Aerodrome Control Simulator menyangkut semua persyaratan dan segi kualifikasi serta validasinya. Sedangkan *user requirement document* berisi semua persyaratan dan kebutuhan user baik software, courseware maupun hardware sehingga ATC Radar Simulator yang diterima user benar-benar sesuai dengan yang dikehendaki oleh user.

b. Engineering Design Standard

Engineering Design Standard yang digunakan dalam pengembangan ATC Radar Simulator disesuaikan dengan jenis produknya yaitu:

- 1) *DoD 2168* - dokumen yang dipublikasikan oleh *US Department of Defence* yang berisi panduan standard dalam proses pengembangan software. Adapun tujuannya adalah dalam rangka memberikan kemudahan bagi user terutama dalam hal operasi dan maintenance software tersebut.
- 2) *ISO* – dokumen yang dipublikasikan oleh *International Organization for Standardization* yang berisi panduan standard dalam proses pengembangan dan manufacturing hardware. Seperti halnya dengan *DoD 2168*, dokumen *ISO* juga bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi user dalam melakukan operasi dan maintenance produk hardware.

c. Commercial of The Shelf (CoTS) products

Semua komponen yang diperlukan dalam pembangunan Aerodrome Control Simulator diusahakan semaksimal mungkin bersifat *CoTS products*. Dengan maksud agar murah

dalam harga beli dan murah pula dalam biaya operasional serta pemeliharannya.

d. State of the Art Technology

Konsep *state of the art technology* adalah konsep yang menerapkan teknologi paling baru menyangkut software dan hardware.

e. Human Factor Engineering

Dengan diterapkannya konsep *Human Factor Engineering*, maka diharapkan produk yang dihasilkan akan menarik user untuk memilikinya dan nyaman dalam menggunakannya serta mudah dalam mengoperasikannya. Konsep tersebut diimplementasikan dalam bentuk:

- 1) Pengembangan software dilakukan dalam basis "*Graphical User Interface Program*" yakni software yang berbasis *Windows programming* dengan memperhatikan interaksi antara sistem dengan user. Selain itu software aplikasi yang dikembangkan juga harus memiliki sifat "*User Friendly*"; sehingga akan memberikan panduan yang memudahkan user.
- 2) Perancangan *console* dan *Windows display* dilakukan sedemikian rupa dalam segi bentuk, layout dan komposisi warna sehingga akan memberikan kemudahan dan kenyamanan dalam menggunakannya.

f. Object Oriented programming

Object Oriented Programming adalah pemrograman yang berorientasi *non-linear* dalam arti program itu terbentuk dari object yang terpisah-pisah dan letaknya tersebar secara modular. *Microsoft Visual Studio* seperti *Visual Basic* dan *Visual C/C++* merupakan contoh bahasa pemrograman yang bersifat *object oriented programming*. Keuntungan penggunaan bahasa pemrograman seperti ini adalah bersifat "*traceable*" yang memudahkan *software programmer* dalam melakukan *debugging process* atau *error finding* dan *error*

correction karena setiap object module dibuat secara independent.

g. Programming language

Program Compiler yang digunakan dalam pengembangan ATC Tower Simulator bergantung kepada aspek kebutuhan dan aplikasinya yang terdiri dari:

- 1) *Operating Sistem*
- *Windows XP SP-3*
- 2) *Graphical User Interface Program*
- *Microsoft Visual Basic*
- 3) *Interface Program*
- *Microsoft Visual C/C++*,
- *Microsoft Visual C#*
- 4) *Dynamic Modeling Software*
- *Microsoft Visual C/C++*
- 5) *Database Program*
- *SQL Server*

5. Team Developer

Tim pengembang Aerodrome Control Simulator terdiri dari beberapa orang yang ahli di bidangnya dengan tugas dan tanggung jawab sebagai berikut:

- a. *Courseware Developer*: bertanggung jawab dalam perancangan dan pembuatan *courseware*.
- b. *Software Engineer*: bertanggung jawab dalam merancang dan mengembangkan:
 - 1) *Graphical User Interface program*.
 - 2) Pemodelan dan simulasi pesawat.
 - 3) Audio Communication Sistem simulation.
 - 4) Real-time executive dan client-server interaction program
 - 5) Utility software
 - 6) Visual data base berupa *Aero Map Coverage*
- c. *Quality and Assurance Engineer*: bertanggung jawab dalam pengontrolan dan validasi terhadap kualitas produk berdasarkan standard internasional termasuk di dalamnya pembuatan dokumentasi.

d. *Mechanical & Electrical Sistem Engineer*: bertanggungjawab dalam merancang pembuatan console menyangkut aspek mechanical dan electricalnya.

e. *Support Engineer*: bertanggung jawab dalam mensupport project dalam bidang:

- 1) Procurement, logistic dan keuangan
- 2) Administrasi, akomodasi dan transportasi
- 3) Program planning dan control

f. *Project Engineer*: bertanggung jawab dalam mengendalikan dan *monitoring day-to-day activity* serta melakukan koordinasi team dalam pelaksanaan project.

g. *Program Manager*: bertanggung jawab dalam membuat perencanaan proyek dan evaluasi terhadap pelaksanaan project.

D. PENUTUP

Implementasi desain konsep ATC Simulator merupakan suatu peluang sekaligus ajang bagi tenaga ahli profesional simulator Indonesia untuk membuktikan kemampuannya dalam mengembangkan sistim/perangkat pelatihan ATC simulator. Pemberian kesempatan dan kepercayaan kepada tenaga ahli lokal ini sangat penting bagi perkembangan penguasaan teknologi maju dan sekaligus menjadi model untuk mengurangi ketergantungan kepada negara maju/supplier vendor, sehingga dapat menghemat biaya pemeliharaan, update dan upgrade sistem ataupun perbaikan bilamana terdapat kerusakan sistem.

PUSTAKA

- Gregoriades, A., Sutcliffe, A. G. and Shin, J. E. 2002. Assessing the Reliability of Socio-Technical Systems. Proceedings of the 12th Annual Symposium of the International Council on Systems Engineering (INCOSE 2002).
- Petricel, B. and Costelloe, C. 2007. First ATC Support Tools Implementation

(FASTI) Operational Concept. Technical report, EUROCONTROL.

- Reiman, T. and Oedewald, P. 2006. Organizational Culture and Social Construction of Safety in Industrial Organizations. In Nordic Perspectives on Safety Management in High Reliability Organizations: Theory and Applications.
- Spencer, D. A., Applying Artificial Intelligence Techniques to Air Traffic Control Automation, Lincoln Laboratory Journal, Volume 2, Number 3, 1989.
- Dony, C., Knudsen, J. L., Romanovsky, A.B. and Tripathi, A. 2006. Advances Topics in Exception Handling Techniques. In Lecture Notes in Computer Science, vol. 4119.
- Thompson, S., Spencer, D., Andrews, J., An Assessment of the Communications, Navigation, Surveillance (CNS) Capabilities Needed to Support the Future Air Traffic Management System, Project Report ATC-295, MIT Lincoln Laboratory, Lexington, MA, 2001.