

## Perancangan Konseptual Pesawat Supersonik LFX LAPAN

Oleh :  
Lidia Kristina Panjaitan\*  
Arifin Rasyadi Sumaryanto\*  
Sulistyo Atmadi\*

### Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan perancangan konseptual pesawat supersonik LFX LAPAN dengan kemampuan tempur multi misi generasi kelima. Dalam perancangan ini dimulai dengan *Design Requirement and Objective (DRO)* dengan pendefinisian *purpose* yang disesuaikan dengan kebutuhan Indonesia sebagai dasar untuk merancang pesawat LFX. Kemudian studi komparasi tiga pesawat tempur generasi kelima yaitu F-35, Sukhoi FAK PA T-50 dan F22 Raptor. Tahap selanjutnya estimasi *weight sizing* sebagai estimasi awal berat pesawat LFX, dan *Matching chart sizing* untuk menentukan *design point* sebagai titik acuan rancangan. Dari hasil penelitian ini akan diperoleh konfigurasi awal berupa ukuran pesawat dengan panjang *span sayap* 14 m, panjang dan tinggi keseluruhan sebesar 19 m dan 5 m. dan gambar 3 dimensi dari pesawat supersonik LFX LAPAN.

Kata Kunci : Perancangan Konseptual, LFX LAPAN, Generasi ke-5

### Abstract

In this research, a conceptual design of supersonic aircraft LFX LAPAN with combat capability fifth generation multi-mission. This design started with *Design Requirement and Objective (DRO)* with defining purposes which appropriate to the Indonesia needs as a basis for designing aircraft LFX. Then the comparative study of three fifth-generation fighter aircraft such as F-35, Sukhoi T-50 PA FAK and the F22 Raptor. The next step is *weight sizing estimates* as initial estimates LFX weight of the aircraft, and *Matching chart sizing* to determine the *design point* as a reference point design. From the results of this study will be obtained in the form of the size of the initial configuration of the aircraft with a wing span length of 14 m, length and overall height of 19 m and 5 m respectively and 3-dimensional view of supersonic aircraft LAPAN LFX.

Keywords: Conceptual Design, LFX LAPAN, Fifth Generation

## 1. PENDAHULUAN

LAPAN sebagai institusi riset utama nasional di bidang kedirgantaraan, akan melakukan perancangan konseptual pesawat supersonic dengan kemampuan tempur multi-misi generasi ke-5. Kebutuhan akan Alusista bagi Negara berdaulat seperti Indonesia merupakan hal yang mutlak untuk mengcover seluruh Kawasan Nusantara Indonesia. Hal tersebut disadari dengan adanya program kerjasama perancangan dan pembuatan pesawat tempur KFX dengan Korea Selatan. Namun karena kegiatan Teknologi Penerbangan baru dimulai tahun 2011, maka untuk bisa ikut serta dalam mendukung program KFX dimulai dengan peningkatan kemampuan SDM melalui program perancangan konseptual LFX Lapan.

Untuk perancangan konseptual pesawat supersonic LFX Lapan akan ditetapkan *Design Requirement and Objective (DRO)* sebagai dasar untuk merancang pesawat tempur, studi komparasi tiga pesawat tempur generasi kelima, estimasi *weight sizing*, *matching chart sizing*, dan *configuration outline*. Setelah semua tahap perancangan ini dilakukan, maka akandapat diperoleh bentuk atau konfigurasi awal dari pesawat supersonic LFX Lapan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan pesawat supersonic LFX dimulai dengan menetapkan DRO yaitu pendefinisian *purpose* spesifikasi LFX sebagai pertimbangan yang disesuaikan dengan kebutuhan Indonesia. Tahap selanjutnya dilakukan studi komparasi dengan konfigurasi tiga pesawat tempur generasi kelima antara

---

\* Peneliti Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN

lain F35, Sukhoi FAK PA T-50, dan F22 Raptor. Kemudian melakukan estimasi awal weight sizing yang diharapkan berat yang diperoleh sesuai dengan DRO yang telah ditentukan. Setelah itu akan dilakukan *matching chart* berupa grafik irisan dari berbagai kurva yang dibentuk dari syarat-syarat desain dan regulasi penerbangan, sehingga dapat ditentukan titik desain yang merupakan acuan dalam merancang pesawat. Setelah *matching chart* diperoleh maka dapat ditentukan konfigurasi outline berupa ukuran dan bentuk pesawat supersonik LFX Lapan.

### 3. DASAR TEORI

#### 3.1 Weight Sizing

Setelah DRO ditetapkan maka dilakukan estimasi awal dari berat pesawat tempur LFX (*weight sizing*). Dengan perhitungan *weight sizing* diharapkan berat yang diperoleh sesuai dengan DRO yang diinginkan. Adapun parameter-parameter yang ditentukan pada tahap ini adalah sebagai berikut [Roskam, Jan, 1985] :

- *ES&W* : Engine Start and Warm Up
- *Taxi*
- *TO* : Take Off
- *Climb*
- *Cruise*
- *Loiter*
- *Descend*
- *L,T,ES* : Landing, Taxi and Shutdown
- *FF* : Fuel Fraction
- *WTO* : Gross Take Off Weight
- *WOE* : Airplane Operating aweight Empty
- *WE* : Empty Weight
- *Wfuel* : Mission Fuel Weight
- *WPL* : Payload Weight
- *Wtfo* : Weight of All Trapped (unusable) fuel and oil
- *WFEQ* : Fixed Equipment Weight

Hubungan dari masing-masing parameter tersebut dinyatakan sebagai berikut [Roskam, Jan, 1985] :

$$WTO = WOE + WF + WPL$$

$$WOE = WE + Wtfo + Wcrew$$

$$WE = WME + WFEQ$$

$$WOE_{tent} = WTO_{guess} - WF - WPL$$

$$WE_{tent} = WOE_{tent} - Wtfo - Wcrew$$

$$W_{ff} = \text{Fuel fraction weight}$$

$W_{F_{used}}$  = Bahan bakar aktual yang digunakan selama misi berjalan

$$R_{cr} = (V/C_j)_{cr} (L/D)_{cr} \ln(W_4/W_5)$$

$$E_{ltr} = (1/c_j)(L/D)_{ltr} \ln(W_5/W_6) M_{ff} = \left\{ \frac{W_{15}W_{14}W_{13} \dots W_3W_2W_1}{W_{14}W_{13}W_{12} \dots W_2W_1W_{TO}} \right\}$$

$$W_{Fused} = (1 - M_{ff})W_{TO}$$

### 3.2 Matching Chart

Setelah melakukan weight sizing estimation, selanjutnya dilakukan matching chart sizing. Perancangan dengan matching chart dimaksud untuk menentukan design point, dimana titik ini akan menjadi titik acuan rancangan. Titik desain ini merupakan hasil perhitungan dari rasio *thrust to weight* yang cukup tinggi diperlukan pada fasa tempur (combat) untuk *maneuver*. Kemampuan *maneuver* sangat bergantung pada rasio *thrust to weight* suatu pesawat. Perhitungan rasio *thrust to weight* pesawat LFX mengacu pada dua fasa ukuran, yaitu fasa *cruise* dan fasa *maneuvering*.

Perumusan perhitungan ukuran fasa *cruise* adalah sebagai berikut [Roskam, Jan, 1985]:(a)

$$(T/W)_{reqd} = \left( \frac{c_{D_0} \bar{q}}{W/S} \right) + \left( \frac{W/S}{qS\pi Ae} \right)$$

Perumusan perhitungan ukuran fasa *maneuvering* sebagai berikut, (b)

$$(T/W)_{maneuver} = \left( \frac{c_{D_0} \bar{q}}{W/S} \right) + \left( \frac{(n_{max})^2 (W/S)}{qS\pi Ae} \right)$$

Dengan maksimum load factor ( $n_{max}$ ) yang dirumuskan sebagai berikut, (c)

$$n_{max} = ((V\psi / g)^2 + 1)^{1/2}$$

Pada perhitungan tersebut, berat pesawat yang digunakan adalah berat saat fase terbang tempur (combat). Jadi berat pesawat dapat dirumuskan sebagai berikut, (d)

$$(W/S)_{combat} = k^{-1} (W/S)$$

Dengan nilai k,  $0 < k < 1$

## 4. PEMBAHASAN

### 4.1 DRO LFX

DRO LFX LAPAN ditetapkan dengan melakukan pendefinisian *purposes* atau pengajuan spesifikasi LFX dengan pertimbangan yang disesuaikan dengan kebutuhan Indonesia. Pertama Purpose ini akan menjadi acuan dalam perancangan Conceptual Design LFX. Kedua sebagai tutorial atau dokumen untuk team design dan yang lainnya.

Mengacu kepada program LAPAN sebagai main purpose LFX adalah *Military Aircraft*. Berikut adalah klasifikasi pesawat LFX yang akan dirancang :

#### 4.1.1. Mission Design

Fungsi utama dari pesawat LFX adalah sebagai alusista *stealth fighter aircraft (see without being seen)*. Sedangkan fungsi lain adalah untuk *supercruise*, *high maneuverability*, *air to air*, *air to ground*, *air forces*, *navy* dan *pilot training*.

#### 4.1.2. Regulation Base

Dasar regulasi dalam perancangan pesawat supersonik LFX Lapan adalah regulasi *military aircraft, spesial fighter aircraft* generasi ke-5.

#### 4.1.3. Initial Configuration

Konfigurasi awal yang diterapkan dalam perancangan LFX adalah sebagai berikut :

- Wing : *Fix Middle wing* (untuk memudahkan maneuver)
- Landing gear : *Tricycle Retractable* (saat flight dan landing)
- Landing area : *land*
- Material : metal, composite, dan beberapa material lainnya
- Kapasitas : 1 pilot

#### 4.1.4. Engine

Engine yang akan dipakai 2 mesin turbo fan, spesifikasinya antara lain :

- Manufacturer : Shenyang Liming
- Model : tipe WS-10G
- Thrust W/afterburner : 155000 N ( 2 engine)
- Lokasi engine : aft body (*thrust vector*)
- Lokasi fuel tank : *center body* (down)

#### 4.1.5. Weight

Dengan mengambil rata-rata dari perbandingan tiga fighter aircraft maka perkiraan weight antara lain :

- MTOW : 34473 Kg
- Useful load : 16601kg (36599 lbs)
- Payload : 4 x **AIM-120 AMRAAM** dengan berat total 12,000 lbs  
2× **AIM-9 Sidewinder** dengan berat total 2,000 lbs

#### 4.1.6. Performance




Pesawat supersonik LFX diharapkan mampu memiliki performance :

- Max cruise speed :  $M = 2$  pada ketinggian 40,000 ft dengan beban eskternal
- Climb : Direct climb ke ketinggian 40,000 ft dalam waktu 6 menit
- Pressurization : 5,000 ft, cockpit at 60,000 ft
- Combat radius : 1852 km (1000 nm)
- Range : 3600 km (1944 nm)
- Maximum design g-load : 9g

#### 4.2. Studi Komparasi

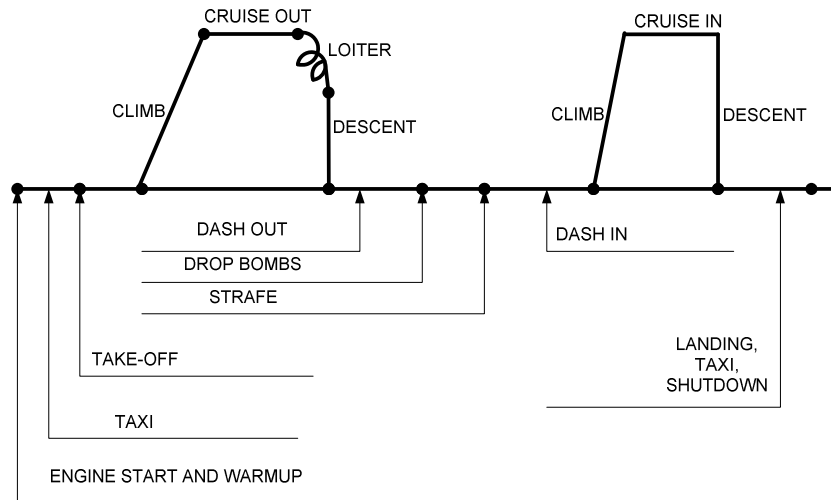
Dalam perancangan pesawat supersonik LFX Lapan dilakukan berdasarkan perbandingan tiga pesawat tempur generasi kelima antara lain :

**Tabel 4.1** Studi Komparasi 3 Pesawat Tempur Generasi Kelima

NO	SPECIFICATION	F-35A CTOL	SUKHOI PAK FA t-50	Lockhead Martin F22A-Raptor JSOH
(1)	(2)	(3)	(4)	(6)
	Picture			
	<b>GENERAL</b>			
2.	Crew	1	1	1
3.	Length (m)	15.67	19.8	18.90
4.	Height (m)	4.33	6.05	5.08
5.	Span (m)	10.7	14	13.56
6.	Wing Area (m <sup>2</sup> )	42.7	78.8	78.04
7.	Internal Fuel Capacity (Kg)	8,382	10,300	8,200-11,900 (2 external fuel tank)
	MTOW (Kg)	31,800	37,000	38,000
	Powerplant	1xPratt&Whitnet F135 afterburning turbofan	2xAL-41F1 prototypes turbofan	2xPratt&Whitnet F119-PW-100 pitch thrust vectoring turbofans
8.	Dry Thrust (kN)	125	96.1	104
	Thrust with after Burner (kN)	191	152	156+
	<b>PERFORMANCE</b>			
	Maximum Speed (Mach)	1.6+	2+	2.25 (super cruise: 1.82)
	Range (Km)	2,220	5,500	2,960
	Combat Radius (Km)	Over 1,090	1,500	759
	Service Ceiling (m)	18,288	20,000	19,812
	Rate of Climb m/s	-	350	
	Wing Loading (kg/m <sup>2</sup> )	446	330-470	375
	Cruise Speed (Km/h)		1,850-2,100	
	Thrust/Weight	0.87 (full fuel) 1.07 (50% Fuel)	1.19	
	Maximum design g-load	9 g	9+ g	-3.0/+9.0 g

#### 4.3 Mission Profile dan Weight Sizing LFX LAPAN

- a. Berikut adalah gambar skema mission profile dari pesawat tempur LAPAN LFX[Roskam, Jan, 1985,Maido Saarlal, 2007]



**Gambar 4.1** Gambar Mission Profile

Berikut adalah table initial sizing dari pesawat tempur LAPAN LFX :

**Tabel 4.2** Initial Sizing Pesawat Tempur LAPAN LFX

<i>Payload weight</i>	6350	kg
<i>Crew weight</i>	100	kg
<i>Cruise range</i>	3600	km
<i>Loiter speed</i>	232	m/s
<i>Loiter endurance</i>	30	minutes
<i>SFC at cruise</i>	0.705	lb/hr/hp
<i>SFC at loiter</i>	0.705	lb/hr/hp
<i>Reserve fuel</i>	0.1	%
<i>Ceiling</i>	18288	m
<i>Mach Number</i>	2	Mach
<i>Cruise Speed</i>	590	m/s
<i>Bomb Weight</i>	5443	kg
<i>Ammo Weight</i>	907	kg
<i>Strafing Time</i>	5	minutes
<i>SFC at combat</i>	0.9	lb/hr/hp
<i>Cruise In/Out Range</i>	1430	km
<i>Dash In/Out Range</i>	370	km
<i>Range Covered</i>	111	km

Langkah ke 2 adalah membandingkan berat MTOW dan berat *empty weight* (We) pesawat tempur LAPAN LFX dengan pesawat tempur pembanding. Dari data Maximum Take-Off Weight (MTOW) pesawat pembanding, maka dapat ditentukan estimasi berat  $W_{to}$  untuk pesawat LAPAN LFX sebesar 74,000 lbs . Selanjutnya dengan estimasi berat  $W_{to}$  tersebut, berat bahan bakar ( $W_f$ ) dapat dihitung dengan tahap sebagai berikut [Roskam, Jan, 1985]:

- **Fase 1 : Engine Start and Warmup,**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.99

- **Fase 2 : Taxi**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.99
- **Fase 3 : Take Off**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.99
- **Fase 4 : Climb**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.96  
Range Covered sebesar 111 nm
- **Fase 5 :Cruise – Out**  
Fase cruise ini pada ketinggian 12,192 m dengan kecepatan 590 m/s  
Rasio L/D saat fase ini adalah sebesar 8.5  
Menggunakan persamaan (a) didapatkan rasio nya sebesar 0.9425
- **Fase 6 :Loiter**  
Fase loiter selama 30 menit.  
Rasio L/D saat fase ini adalah sebesar 9  
Menggunakan persamaan (b) didapatkan rasio nya sebesar 0.9617
- **Fase 7 :Descent**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.99
- **Fase 8 :Dash-Out**  
Rasio L/D saat fase ini adalah sebesar 6.5  
Menggunakan persamaan (a) didapatkan rasio nya sebesar 0.9726
- **Fase 9 :Drop Bomb**  
Tidak ada pengurangan bahan bakar. Jadi rasio nya sebesar 1
- **Fase 10 :Strafe**  
Waktu strafing selama 5 menit dengan specific fuel consumption maksimum sebesar 0.9 lb/hr/hp.  
Rasio L/D saat fase ini adalah sebesar 6.5  
Menggunakan persamaan (b) didapatkan rasio nya sebesar 0.9908
- **Fase 11 :Dash-In**  
Rasio L/D saat fase ini adalah sebesar 7  
Menggunakan persamaan (a) didapatkan rasio nya sebesar 0.9756
- **Fase 12 :Climb**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.96  
Range Covered sebesar 60 nm
- **Fase 13 : Cruise – In**  
Fase cruise ini pada ketinggian 12,192 m dengan kecepatan 590 m/s  
Rasio L/D saat fase ini adalah sebesar 9  
Menggunakan persamaan (a) didapatkan rasio nya sebesar 0.9456
- **Fase 14 : Descent**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.99
- **Fase 15 : Landing, Taxi, Shutdown**  
Mengacu pada table 2.1 Roskam, rasio nya sebesar 0.995

Persamaan (c) digunakan untuk menghitung fraksi bahan bakar dari ke 15 fase diatas. Hasilnya sebagai berikut,

$$M_{ff} = 0.7026$$

Jadi berat bahan bakar,

$$W_f = (1 - 0.7026) * W_{TO} = 10,251 \text{ kg}$$

Dari data pembandingan berat *empty* pesawat sekitar 38,000 lbs. Jadi berat *empty* pesawat LAPAN LFX adalah sebagai berikut,

$$W_e = W_{TO} - W_f - (5\% * W_{TO}) - W_{crew} = 17,599 \text{ kg}$$

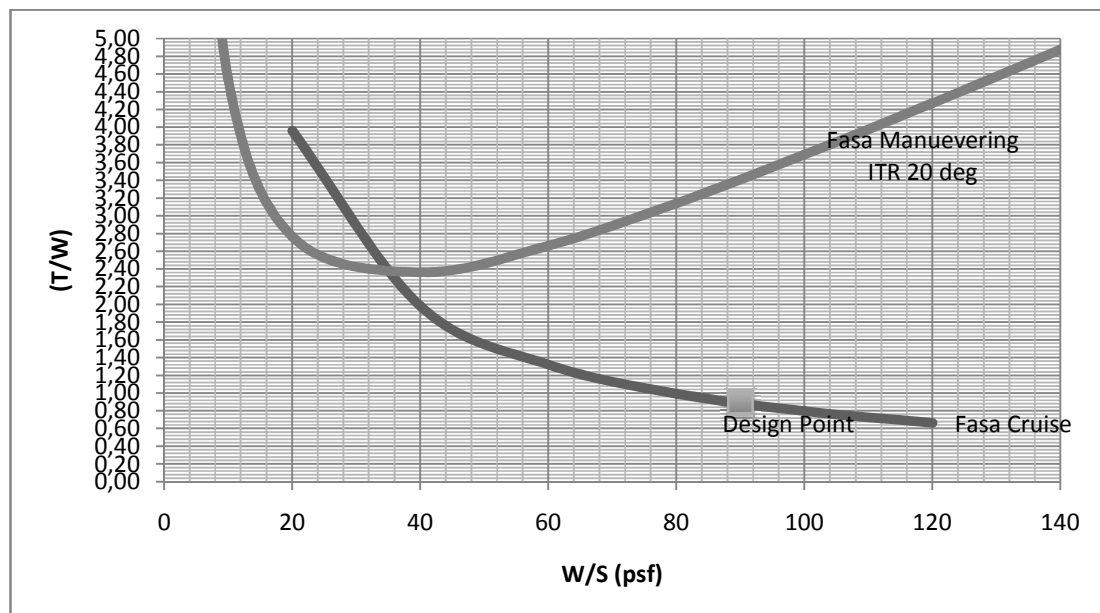
#### 4.4. Matching Chart

Berikut adalah data awal rancangan pesawat LFX yang dibutuhkan pada perhitungan *thrust to weight* pesawat,

**Tabel 4.3** Data Awal Perhitungan

Berat Fasa Tempur (Combat)	34.473	kg
Aspek Rasio Sayap	2,5	
Kecepatan Terbang Jelajah (pada ketinggian 18.000 m)	590	m/s
Koefisien Gaya Hambat Polar pada kondisi <i>clean</i>	0.0196	
Maksimum Turn Rate Angle ( $\psi$ )	20	degree

Hasil perhitungan ukuran fase *cruise* dan *maneuvering* disajikan dalam bentuk grafik rasio *thrust to weight* (T/W) dan *wing loading* (W/S). Sesuai dengan studi pesawat pembandingan dan korelasi grafik pada fase *cruise* dan *maneuvering*, maka terpilih titik rancang pada nilai rasio *thrust to weight* (T/W) sebesar 0.9 dan nilai *wing loading* (W/S) sebesar 90 psf pada saat fase terbang tempur (combat). Berikut adalah *matching chart* dari titik rancang yang terpilih.



**Gambar 4.2** Grafik Matching Chart LFX

#### 4.5. Configuration Outline

Pada perancangan konseptual pesawat supersonik LFX Lapan berdasarkan rancangan pesawat militer generasi ke-5. Bentuk pesawat LFX secara keseluruhan tidak jauh berbeda, berdasarkan kajian



yang dilakukan meskipun bentuk tidak jauh berbeda akan tetapi ukuran serta pemilihan airfoilnya berbeda.

#### 4.5.1 Fuselage

Fuselage dirancang untuk dapat memuat 1 orang pilot, sebagai tempat bomb diletakkan pada bagian bawah fuselage.

Configuration	Conventional	
Number of cockpit crew(s)	1	
Number of cabin crew(s)	0	
Number of passenger(s)	1	
Carry-on baggage weight	0	Kg
Carry-on baggage volume	0	m <sup>3</sup>
Cargo baggage weight	35	Kg
Cargo baggage volume	0.06	m <sup>3</sup>
Fuel weight	10251	Kg
Fuel density	6.02	lbs/gallon
Fuel volume	70.85	m <sup>3</sup>
Interior layout-ext line	0.04	m
Length/diameter ratio		
Aft fuselage/diameter ratio		
Fuselage cone angle		degree
Number of persons abreast	2	
Seat pitch	0.254	m

#### 4.5.2 Engine

Pemilihan engine untuk pesawat supersonik LFX menggunakan

Type of engine	Turbofan	
Number of engine(s)	2	
Disposition	-	
Installation	Buried	
Dispositioned	Fuselage	
Maximum power per engine	31025	kg
Maximum engine length	5	m
Maximum engine height	0.95	m
Maximum engine width	1	m
Engine weight	1795	kg

#### 4.5.3 Wing Configuration

Sayap dirancang midle wing untuk memudahkan maneuver, dengan ketebalan setipis mungkin yang disesuaikan dengan penerbangan regim supersonic.

Wing area	78.45	m <sup>2</sup>
Aspect ratio	2.5	
Span	14	m
Taper ratio (l)	0.26	
Root chord	8.9	m

Tip chord	2.31	m
Sweep angle at 1/4 chord	42	degree
Thickness ratio at root	0.05	
Thickness ratio at tip	0.05	
Airfoil at root	NACA 64012	
Airfoil at tip	NACA 64012	

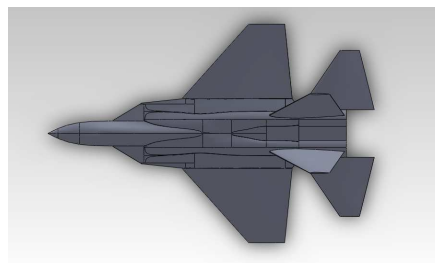
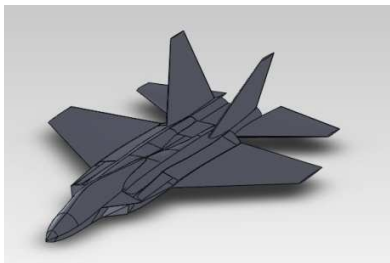
#### 4.5.4 Empennage

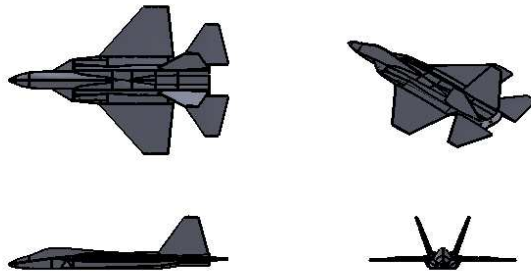
Bagian ekor pesawat ada 2 buah sebagai vertical tail, dan 2 buah horizontal tail. Vertical tail diposisikan berdekatan dengan engine untuk meminimalisasi efek panas sehingga pesawat tetap *stealth* terhadap sensor.

Uraian	HTP	VTP	
	Berdekatan dengan wing	Berdekatan dengan wing	
Moment arm			
Tail volume coefficient	0.14	0.1	
Aspect ratio	2.5	2.5	
Taper ratio	0.26	0.26	
Dihedral angle	0	69	degree
Sweep angle at 1/4 chord	42	42	degree
Area	19.04	16.17	m <sup>2</sup>
<b>Span (height)</b>	6.9	6.35	m
<b>Root chord</b>	4.37	4.03	m
<b>Tip chord</b>	1.1	1.04	m
Thickness ratio	0.12	0.12	
Airfoil	NACA 0004	NACA 0004	

#### 4.6 3D View Gambar Configurasi LFX Lapan

Setelah diketahui ukuran konfigurasi LFX maka dapat digambar 3D view LFX Lapan sebagai berikut :





## 5 KESIMPULAN

Dari kegiatan perancangan konseptual yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Konsep perancangan pesawat tempur dengan misi ganda / multirole generasi ke 5 (Air to Air dan Air to Ground)
- Karakteristik pesawat tempur generasi 5 adalah adanya kemampuan terbang jelajah *supercruise*, kemampuan *stealth*, dan kemampuan *maneuver* yang tinggi
- Kemampuan *supercruise* dapat dicapai dengan penggunaan *engine augmented turbofan* yang dapat menghasilkan performa kecepatan pesawat hingga 2 Mach.
- Kemampuan *stealth* dapat dicapai dengan konfigurasi pesawat yang meminimalisir *radar cross section*, seperti konfigurasi sudut pesawat yang seragam dan bentuk fuselage pesawat bagian bawah yang cenderung datar. Selain itu kemampuan ini juga dapat didukung dengan *Air Combat System* yang mutakhir, seperti penggunaan *EASA Radar*, *Radar Jammer* dan anti rudal.
- Kemampuan *maneuver* pesawat tempur yang tinggi dapat dicapai dengan rasio *thrust to weight* hingga 0,9 pada saat berat tempur dan juga kemampuan *thrust vectoring* dari *engine* pesawat

## DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Jan Roskam : *Airplane Design, Copyright Roskam Aviation and Engineering Corporation 1985*
- Raymer, Daniel P. : *Aircraft Design "A conceptual Approach" Education Series AIAA 1992*
- Lloyd R. Jenkinson and James F. Marchman III : *Aircraft Design Projects " For engineering Students" , Butterworth Heinemann 2003*
- Maido Saarlax : *Aircraft Performance*, John Wiley & Sons, Inc.2007

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Lidia Kristina Panjaitan  
Tempat & Tgl. Lahir : Dolok Sanggul, 21 July 1981  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Instansi Pekerjaan : Lapan  
NIP. / NIM. : 19810721 200604 2 006  
Pangkat / Gol. Ruang : III/B  
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Pertama  
Agama : Kristen Protestan  
Status Perkawinan : Kawin

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU 5 Medan Tahun: 1999  
STRATA 1 (S.1) : Teknik Penerbangan Unur Tahun: 2003

### ALAMAT

Alamat Rumah : Melati Mas, Cluster Cavallo Blok U4 No.10 BSD- Tangerang Selatan  
HP. +6281385669544  
Alamat Kantor / Instansi : Lapan Rumpin Bogor  
Telp. : 021 75790383  
daily\_christin@yahoo.com

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Arifin Rasyadi Sumaryanto  
Tempat & Tgl. Lahir : Bandung, 29 Agustus 1988  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Instansi Pekerjaan : Lapan  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : belum

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMAN Alfa Centauri Tahun: 2006  
STRATA 1 (S.1) : Teknik Penerbangan ITB Tahun: 2011

### ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Pak Gatot III no 20G, KPAD, Bandung  
HP. : 083821665968  
Alamat Kantor / Instansi : Lapan Rumpin Bogor  
Telp. : 021 75790383  
Email: ars\_the\_aviator@yahoo.com

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Sulisty Atmadi  
Tempat & Tgl. Lahir : Solo, 9 Mei 1950  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Instansi Pekerjaan : Lapan

NIP. / NIM. : 19500509 197806 1 001  
Pangkat / Gol. Ruang : IV/C  
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Madya  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Kawin

**DATA PENDIDIKAN**

SLTA :SMAN I Solo Tahun: 1968  
STRATA 1 (S.1) :Teknik Penerbangan ITB Tahun: 1977  
STRATA 2 (S.2) :Teknik Mesin KUL Belgia(Aerodinamika)/Von Kharman Institute  
Tahun: 1983

**ALAMAT**

Alamat Rumah : Jl. Pasirlayung Barat A 131 Padasuka Bandung/ Komplek Lapan A5  
Rumpin Bogor  
HP. : 08161846035  
Alamat Kantor / Instansi : Lapan Rumpin Bogor  
Telp. : 021 75790383  
Email: sulistyoa@aerospaceitb.org

**HASIL DISKUSI DALAM PELAKSANAAN SEMINAR**

Pertanyaan :

1. Kendala yang dihadapi? Joko (LIPI)

Jawaban :

1. Kendalanya sangat banyak diantaranya pemodelan untuk pengujian