

FILOSOFI, TUJUAN, DAN KRITERIA RANCANG-BANGUN STRUKTUR PESAWAT TERBANG CN 235

Hj. Devi M. Gunara, MSCE
Wakil Rektor III Universitas Nurtanio Bandung
Jl. Pajajaran No. 219, Bandung
e-mail: gunara_devim@rocketmail.com

PENDAHULUAN.

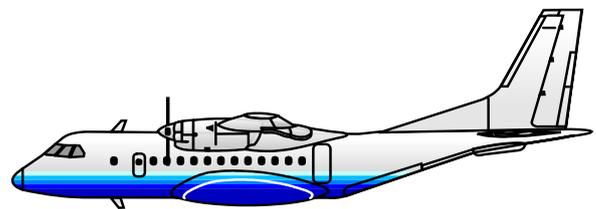
Pesawat terbang umumnya dibuat dengan tujuan untuk memudahkan pengangkutan manusia dan/atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan cepat, atau ketempat-tempat yang sulit dijangkau dengan jalan darat.

Sesuai dengan misinya, maka struktur pesawat terbang harus dirancang-bangun sedemikian rupa agar memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu baik teknis maupun non-teknis. Struktur pesawat udara harus ringan, kuat, dan memenuhi persyaratan keaman dan keselamatan penerbangan, kemudian performanya harus sesuai dengan yang diharapkan, selain itu ia harus nyaman (*comfort*), dan juga indah (*aesthetics*).

Pesawat terbang CN235 di rancang (*designed*) sebagai pesawat angkut komuter serba-guna (*multi-purpose commuter transport airplane*) untuk penumpang dan barang/kargo dengan kapasitas 35 sampai dengan 40 penumpang, dengan kabin fuselage bertekanan (*pressurized cabin*). CN235 dapat digunakan untuk berbagai misi transportasi baik sipil maupun militer. Sesuai misinya ia dirancang untuk dapat

mengudara dan mendarat dalam jarak relatif pendek, mampu beroperasi dilandasan tidak beraspal (*unpaved runway/airfield*), dan beroperasi didaerah beriklim panas(gurun) dan dingin.

Struktur pesawat terbang CN 235 di-rancang-bangun dan di-analisa dengan menggunakan metodologi statik, fatik, damage tolerance, dan aeroelastik /dinamik, serta di-test untuk memvalidasi metodologi dan asumsi-asumsi yang dipakai dalam design, analisis beban dan kekuatan struktur sesuai dengan misinya, serta untuk pemenuhan terhadap persyaratan dan/atau standar kelaikudaraan (kelaikan udara).



TUJUAN DAN FILOSOFI RANCANG-BANGUN STRUKTUR CN 235 (*Basic Structural Design Philosophy and Goal*).

Filosofi dasar dari rancang bangun (*design*) struktur pesawat terbang CN 235 adalah membuat struktur pesawat terbang yang berkualitas tinggi, laik udara (*airworthy*), ekonomis, dan dengan menggunakan material, teknik rancang-bangun, dan teknik pembuatan (fabrikasi) yang terbaik yang ada dan tersedia.

♦ **Kualitas atau mutu** yang dimaksud disini adalah pesawat terbang harus mampu menahan beban (*loads*) dan kondisi lingkungan (*environmental conditions*) dimana pesawat akan dioperasikan, dengan aman (*safe*) dan untuk jangka waktu yang lama (*durable*). Dan ini merupakan tujuan dari design struktur (*structural design goals*).

Tujuan design struktur tersebut secara garis besar dapat dijabarkan lebih lanjut menjadi beberapa faktor yang penting, yaitu *safety* (keamanan, keselamatan), umur panjang (*long life*), ringan (*minimum weight*), tingkat pemakaian yang tinggi (*high utilization rate*), dan mudah dirawat (*ease of maintenance*).

♦ **Safety** (Keselamatan, keamanan), maksudnya adalah struktur pesawat terbang harus mampu menahan beban paling kritis (*severe loading*) yang mungkin terjadi selama hidupnya pesawat, akibat beban-beban terbang (*Flight Loads*), dan beban darat (*Ground Loads*).

Struktur pesawat terbang juga harus mampu bertahan (*survive*), tidak hanya terhadap beban-beban maximum *flight* dan *ground* tersebut diatas, tetapi juga terhadap kerusakan yang terjadi akibat tumbukan dengan benda asing (*impact damage*), dan kerusakan yang tidak terduga atau tidak terdeteksi (*undetected damage*) dan tetap dapat menyelesaikan misinya. Struktur pesawat seharusnya mampu menahan akumulasi tegangan yang merusak yang ditemui selama pengoperasiannya tanpa mengalami kecelakaan fatal atau *catastrophic failure* – yaitu kecelakaan yang mengakibatkan kehilangan jiwa dan/atau pesawat terbang. Untuk ketahanan terhadap *impact damage* dan *undetected damage* yaitu sampai tiba waktu pemeriksaan / inspeksi.

Dengan demikian, **safety** (keselamatan) penerbangan merupakan salah satu tujuan atau goal dari design yang tidak boleh ditawar-tawar lagi. Dan untuk itu dibutuhkan kerjasama yang baik antara pabrikan pesawat (*aircraft manufacturer*), otoritas kelaikan udara (*airworthiness authority / regulatory agency*), dan operator pesawat udara (airlines, air cargo, militer, dsb.).

♦ **Panjang Umur (Long life)**. Pesawat udara biasanya dirancang untuk beroperasi secara menguntungkan (*economically profitable*) selama 15 sampai dengan 20 tahun dengan tingkat keandalan yang tinggi dengan minimum perawatan. Umur tersebut disebut **Economic Service Life** (umur ekonomis). Dalam suatu

armada pesawat terbang, kerusakan struktur mungkin saja terjadi sebelum umur ini tercapai, misalnya yang disebabkan oleh lingkungan (*environmental deterioration*, seperti korosi, dan abrasi), fatigue, atau kerusakan yang tidak sengaja (*accidental damage*).

Diatas umur design (*design life goal/economic service life*) tersebut pesawat sudah kurang ekonomis untuk dioperasikan, walaupun masih tetap laik udara (*airworthy*) untuk jangka waktu yang lamanya tidak terbatas, karena biaya dan persyaratan untuk pemeliharaan/perawatan dan perbaikan struktur cenderung meningkat naik. Oleh sebab itu, design pesawat terbang untuk umur panjang / *long life* adalah merupakan suatu kompromi antara *maintenance* dan *performance*.

Operator atau customer tertarik terutama pada pesawat yang akan mempunyai *payloads* per *range capability* (kemampuan angkut dan jelajah) yang baik dengan persyaratan pemeliharaan yang moderat. Apabila struktur pesawat terlalu kuat sehingga tidak membutuhkan perawatan, maka pesawat udara akan cenderung menjadi terlalu berat sehingga tidak ekonomis.

Struktur pesawat terbang CN235 dirancang untuk dapat beroperasi secara ekonomis selama 20 tahun dengan 50 ribu jam terbang (*hours*) atau 60 ribu *flights* (*cycles*). Penetapan umur design (*design life*) berdasarkan analisa fatigue yang dikukuhkan dengan serangkaian uji kelelahan yang dilakukan dengan coupon test,

komponen test, dan test pesawat terbang berskala penuh (*full scale fatigue testing*).

♦ **Ringan (*Minimum Weight*)**. Pesawat terbang agar menguntungkan secara ekonomi, harus mempunyai bobot yang ringan. Bobot struktur pesawat terbang merupakan hal yang patut mendapat perhatian, karena meliputi kurang lebih 40 sampai dengan 60 persen dari keseluruhan berat kosong pesawat (*total empty weight*). Oleh sebab itu, sangatlah penting untuk menekan kebawah atau meminimalisir bobot (berat) struktur tersebut.

Caranya adalah dengan menggunakan material yang ada /tersedia yang mempunyai kekuatan (*strength*) yang setinggi mungkin, namun memenuhi juga persyaratan lainnya, misalnya resistensi terhadap fatigue, *fracture toughness*, dan tahan terhadap karat (*corrosion resistance*). Adalah penting terutama untuk berusaha menggunakan dan mendistribusikan material se-efisien mungkin. Ringkasnya, faktor-raktor yang berpengaruh terhadap *minimum weight design* adalah kekuatan statik (*static strength*), *fatigue strength*, *damage tolerance*, *corrosion resistance*, pemilihan material (*material selection*), dan *efficient detail design*.

♦ **Mampu Rawat, mudah dirawat/pelihara (*Maintainability*)**.

Tingkat pemakaian (*Utilization Rate*) – adalah suatu ukuran dari efisiensi bagaimana suatu airlines (maskapai penerbangan) mengoperasikan armadanya, yaitu jumlah jam

per hari, satu pesawat udara digunakan dalam sehari. Semakin banyak jam terbangnya pesawat diudara, semakin besar daya penghasilan (*earning power*) –nya. Kunci utama untuk tingginya suatu tingkat pemakaian (*high utilization rate*) adalah kemudahan untuk pemeriksaan / inspeksi dan pemeliharaan. Jika part atau bagian dari struktur dan komponen-komponen dari sistem pesawat mudah diservis, diganti, atau diperbaiki, maka pesawat udara hanya membutuhkan waktu sedikit atau sebentar untuk diservis.

Pada sebagian airlines, dimana tingkat pemakaian pesawatnya menjadi semakin tinggi sehingga jumlah jam yang tersisa dalam sehari untuk menangani perawatan (*maintenance*) benar-benar menjadi suatu masalah. Waktu yang dibutuhkan untuk *maintenance* kadang-kadang berakibat kepada ketersediaan pesawat terbang. Melakukan atau membatalkan suatu penerbangan berjadwal, akan sangat berpengaruh terhadap keuntungan/profit. Perawatan /*maintenance* harus disederhanakan dan dipelajari secara rasional agar memenuhi dua persyaratan yang esensial, yaitu: tidak mempertaruhkan keselamatan (*safety*), dan tidak melakukan operasi perawatan / *maintenance* yang tidak diperlukan.

Ringkasnya, pesawat udara mudah dirawat jika :

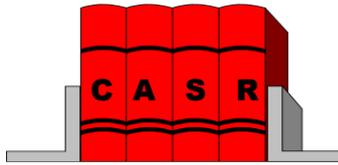
- *Servicing* – waktu perawatan seminimum mungkin;
- *Component accessibility* – mudah mendapatkan komponen (suku cadang);

- *Maintenance applicability* – mudah menerapkan cara perawatan;
- *Reduce maintenance requirement* – berkurangnya persyaratan perawatan;
- *Inspectability* – dapat diperiksa/inspeksi; dan
- *Repairability* – dapat diperbaiki.

KRITERIA RANCANG-BANGUN STRUKTUR CN 235 (*Structural Design Criteria*).

Kriteria perancangan struktur pesawat terbang CN235 ditentukan oleh :

- a. Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS/CASR) bagian 25: Standar Kelaikan Udara – dari DGCA, untuk pesawat terbang kategori transport;
- b. Standar / Persyaratan Kelaikan Udara Asing - (14 CFR/FAR Part 25 dan EASA CS/JAR part 25);
- c. Persyaratan Militer (*Mil-Specs*) – bila untuk militer;
- d. Persyaratan dari Pembeli/pengguna yang potensial (*Potential Customer Requirements*);
- e. Persyaratan khusus dari Pabrikan /Industri Pesawat Terbang itu sendiri – *Special Company Requirements*.



Persyaratan lainnya.

Persyaratan kelaikudaraan (*airworthiness*) untuk rancang bangun, analisis, dan pengujian / testing dari stuktur pesawat terbang tercantum di PKPS /CASR 25 Subpart C untuk Structure, dan Subpart D untuk Design and Construction.

Selain dari persyaratan rancang bangun seperti disebutkan diatas, persyaratan operasional pesawat udara – yang mungkin akan berpengaruh terhadap proses *design* juga harus diperhatikan, untuk menghindari kemungkinan adanya perubahan design yang berarti atau design ulang pada waktu pesawat sudah selesai dibuat.

PENUTUP.

Persyaratan atau standar kelaikudaraan (atau kelaikan udara) yang tercantum di regulasi merupakan **standar minimum keselamatan penerbangan yang terukur**. Umumnya, industri atau pabrikan pesawat udara akan membuat rancangan minimal sama atau bahkan lebih tinggi dari yang dipersyaratkan didalam regulasi, dengan tujuan untuk memberikan

ruang bagi pengembangan pesawat udara tersebut selanjutnya.

Berikut ini adalah beberapa contoh gambar pesawat terbang CN235 ^[5] yang telah dibuat dan beroperasi untuk berbagai versi baik sipil, kargo, maupun militer. Gbr.1- pesawat angkut penumpang/transport sipil; Gbr.2- versi militer; Gbr. 4- versi cargo dropping, Gbr. 3, 5, dan 6 – versi patroli atau surveillance laut / maritim (MPA/MSA).



| | |
|---|---|
| Patroli Maritim / Laut, U.S. Coast Guard | Cargo Dropping (HAD = High Altitude Dropping) |
|  |  |
| Gbr.5 - CN-235 MPA: Versi patroli maritim | Gbr. 6 – CN235 MPA/MSA |

DAFTAR PUSTAKA :

- [1] Gunara, Devi. M, STA/IPTN Technical Note.
- [2] Training course material for “Liaison Engineers”, IPTN, 1987.
- [3] Niu, Michael Chun-Yung: “Airframe Stress Analysis and Sizing”, Hongkong Conmilit Press Ltd. Oct 1997.
- [4] Niu, Michael C.Y: “Airframe Structural Design”, Hongkong Conmilit Press Ltd. Jan1989.
- [5] Gambar-gambar (foto) pesawat dari wikipedia.