Rancangan Struktur Tambahan Penumpu Kamera *Surveillance* pada Pesawat Cessna 172 N

Nurilham Rizq Wijaya

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : nurilham.rizq.aer19@polban.ac.id

ABSTRAK

Modifikasi merupakan hal yang umum ditemui didalam dunia penerbangan. Salah satunya adalah penambahan kamera *surveillance* pada Cessna 172 N sebagai pesawat pemetaan wilayah. Untuk memenuhi tujuan modifikasi pada pesawat serta mempertahankan kelayakan terbang, diperlukan perancangan yang baik. Dalam hal ini adalah rancangan struktur penumpu kamera *surveillance*. Artikel ini membahas perancangan struktur tambahan penumpu kamera *surveillance* pada pesawat Cessna 172 N sebagai sarana edukasi bagi penulis maupun pembaca megenai proses perancangan pada pesawat. Artikel diselesaikan dengan metode perancangan dan analisis eksperimental. Pada metode perancangan dibuat desain struktur penumpu kamera *surveillance* pada pesawat Cessna 172 N yang dibagi menjadi empat bagian yaitu *base plate, base plate support, skin doubler,* dan *web doubler* pada *body station* +65.00 hingga +90.00. Sedangkan pada metode analisis eksperimental dilakukan analisis kekuatan struktur penumpu serta analisis *weight and balance* akibat pemasangan kamera *surveillance* pada pengoperasian *take-off, zero-fuel,* dan *landing*. Artikel diakhiri dengan pembahasan saran dan kesimpulan mencakup proses perancangan desain, analisis kekuatan struktur yang dapat menahan beban hingga 100 .kg serta hasil analisis *weight and balance* pada empat konfigurasi dimana rata-rata perpindahan CG pada konfigurasi A, B, C, dan D terhadap sumbu longitudinal sebesar +0.71, +1.003, +0.58, dan 1.08 dan sumbu lateral sebesar -0.63, -1.83, -1.83, dan -1.34.

Kata Kunci
Modifikasi, Perancangan, Analisis weight and balance

1. PENDAHULUAN

Modifikasi pada suatu bagian pesawat merupakan hal yang umum ditemui belakangan ini. Hal ini dilakukan berkenaan dengan adanya permintaan konsumen untuk memanfaatkan pesawat dengan menambahkan suatu fitur baru ataupun alterasi lain untuk mencapai tujuan pengoperasian pesawat. Hal ini dilakukan agar pesawat dapat memenuhi regulasi yang berlaku serta mendapatkan kelayakan terbang yang optimal.

McCarthy, J. pada jurnalnya membahas mengenai penambahan *cabin door mounting* untuk penumpu kamera fotografis dan sinematografis pada pesawat Cessna 150 dan Cessna 172. Dalam proyek modifikasi tersebut perangkat penumpu kamera diletakan pada bagian pintu kanan *rear passenger seat* pesawat, pada *body station* +73. [1]

Gambar 1 Pemasangan cabin door mounting pada pesawat Cessna 172

(Sumber: Cessna Aircraft Cabin Door Mount for Photographic and Videographic)

Pada proyek yang dilakukan **PT Dinamika Aviasi Indonesia (2021)** terhadap pesawat Piper Seneca V, dilakukan perancangan modifikasi berupa pembuatan lubang kamera serta penambahan *ALTM lidar surveillance camera*. Modifikasi penambahan kamera bertujuan untuk melakukan pemantauan serta pemetaan daratan perbatasan wilayah dengan ketinggian pengoperasian terbang 2.500 .ft. Pada pelaksanaan modifikasi penambahan kamera *surveillance*, posisi kamera ditempatkan pada *body*

station +128.73 hingga *body station* +168.78 dengan bobot kamera sebesar 27 .kg.

Gambar 2 Pemasangan kamera surveillance pada pesawat Piper Seneca V

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.1 Tinjauan Pustaka

McCarthy, J. (1986) pada jurnalnya membahas mengenai penambahan *cabin door mounting* untuk penumpu kamera fotografis dan sinematografis pada pesawat Cessna 150 dan Cessna 172. Modifikasi penambahan tersebut dilakukan karena biaya yang dinilai terjangkau, serta menjadi suatu hal yang efektif dalam melakukan pengambilan gambar suatu wilayah pada saat itu. Dalam proyek modifikasi tersebut perangkat penumpu kamera diletakan pada bagian pintu kanan *rear passenger seat* pesawat pada *body station* +73. Penambahan struktur penumpu kamera yang dilakukan pada pesawat Cessna 150 dan Cessna 172 dapat menghasilkan pesawat untuk menumpu kamera, mengakses sistem pengambilan gambar tanpa membuka jendela pesawat, serta mendapatkan pandangan gambar secara luas.

Pada proyek yang dilakukan **PT Dinamika Aviasi Indonesia (2021)** terhadap pesawat Piper Seneca V, dilakukan perancangan modifikasi berupa pembuatan lubang kamera serta penambahan ALTM lidar *surveillance camera*. Modifikasi penambahan kamera tersebut bertujuan untuk melakukan pemantauan serta pemetaan daratan perbatasan wilayah dengan ketinggian pengoperasian terbang 2.500 .ft. Pada pelaksanaan modifikasi penambahan kamera surveillance, posisi kamera ditempatkan pada body station +128.73 hingga body station +168.78 dengan bobot kamera sebesar 27 .kg serta daya yang digunakan sebesar 300 Watt. Kamera yang ditambahkan nantinya memetakan wilayah secara lidar dengan pengambilan gambar 3 dimensi.

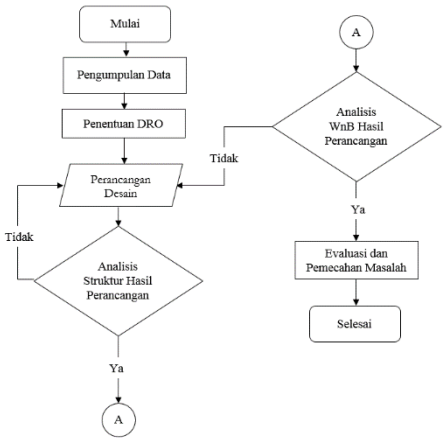
Jurnal serta proyek tersebut berkaitan erat dengan pengerjaan Artikel dimana pada pengerjaan diawali dengam pembuatan rancangan struktur penumpu kamera *surveillance* yang dipasangkan pada pesawat Cessna 172 N. Hasil perancangan kemudian dilakukan analisis kekuatan struktur dan analisis *weight and balance* terhadap pengoperasian pesawat terhadap empat simulasi konfigurasi.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penyelesaian

Pada pengerjaan artikel, penyelesaian diselesaikan dengan menggunakan 2 metode diantaranya adalah perancangan dan analisis eksperimental. Pada metode perancangan, dibuat rancangan desain struktur penumpu kamera *surveillance* pada pesawat Cessna 172 N. Desain struktur penumpu kamera diletakan pada *body station* +65.00 hingga +90.00 dengan tujuan dapat menahan bobot perangkat kamera sebesar 27 .kg. Pada metode analisis eksperimental, desain rancangan penambahan struktur penumpu kamera *surveillance* dihitung pengaruhnya terhadap keseimbangan *weight and balance* pesawat pada saat sebelum dan sesudah pnambahan kamera pada kondisi pengoperasian *take-off weight, zero-fuel weight,* dan *landing weight*.

3.2 Diagram Alir



Gambar 3 Diagram Alir

3.3 Tahapan Penyelesaian

3.3.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini mempelajari serta memperdalam pengetahuan mengenai perancangan struktur pada pesawat. Selanjutnya diikuti dengan melakukan pengambilan data terkait spesifikasi jenis serta kemampuan kamera surveillance yang ditambahkan. Pada tahapan ini dilakukan studi literatur terhadap bahan studi yang relevan dengan pengerjaan artikel ilmiah. Dimulai dengan membaca dan mencari informasi terhadap perancangan serta modifikasi pada pesawat, perhitungan serta analisis weight and balance pesawat, buku petunjuk pesawat seperti

Aircraft Maintenance Manual , *Structural Repair Manuals* , *Ilustrated Part Catalog* , *Pilot's Operating Handbook* , *FAA Handbook FAA-H-8083-1B*, dan jurnal terkait yang relevan.

3.3.2 DRO

Adapun batasan yang digunakan pada pengerjaan Artikel Ilmiah dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

Tabel 1 DRO

Bobot kamera surveillance	59,52 .lbs
Bobot maksimum struktur penumpu kamera	15,21 .lbs
Material yang digunakan pada pembuatan struktur penumpu	Aluminium 2024 T3
Beban stress minimum yang dapat diterima struktur penumpu	12.900 N/m2
Letak Body Station penempatan kamera surveillance	B.S +65,00-B.S +90,00
Bobot maksimum pesawat pada grafik CG range	2.300 .lbs
Analisis WnB pesawat dalam kondisi	Take-off weight, Zero-fuel weight, Landing weight pada saat sebelum dan setelah pemasangan

3.3.3 Perancangan Desain

Pada pengerjaan artikel ilmiah rancangan struktur tambahan penumpu kamera *surveillance* pada pesawat Cessna 172 N, pembuatan struktur penumpu dibagi menjadi empat bagian yaitu *base plate, base plate support*, *skin doubler, dan web doubler*. Desain yang dibuat mengacu pada DRO serta aspek kebutuhan produksi yang sudah ditentukan sebelumnya.

3.3.4 Analisis struktur hasil perancangan

Pada tahapan ini dilakukan analisis kekuatan struktur terhadap hasil perancangan yang dibuat sebelumnya. Analisis struktur disimulasikan menggunakan aplikasi CATIA V5R21 dengan pemberian bobot dari 10 .kg hingga 100 .kg.

Pada pelaksanaan analisis kekuatan struktur, apabila rancangan struktur penumpu tidak dapat menahan berat bobot minimum sebesar 40 .kg maka dilakukan perancangan ulang terhadap desain struktur penumpu.

3.3.5 Analisis *Weight and Balance* Hasil Perancangan

Pada tahapan ini, hasil rancangan dianalisis terhadap pengaruh berat dan keseimbangan pesawat pada saat pengoperasian. Hal ini ditujukan supaya pesawat dapat mempertahankan keseimbangan pada pengoperasian. Alterasi yang dilakukan pada perancangan penambahan kamera *surveillance* pada pesawat Cessna 172 N dapat dilihat melalui tabel berikut.

Tabel 2 Alterasi pada Cessna 172 N

Deskripsi	Arm	Berat (dalam ponds)
Basic empty weight pesawat (sebelum penambahan)		**1.460,00**
Basic empty weight pesawat (setelah penambahan)		**1.544,92**
Dilepas		**-40,0**
Rear passenger seat kanan	+73,0	-31,2
Baggage net	+95,0	-0,8
Ditambahkan		**+124,92**
Kamera LIDAR, adapter, dll.	+73,0	59,52
Sistem kendali kontrol	+73,0	10
Struktur penumpu kamera	+73,0	6,9
PDU	+70,0	48,5
Total		**+84,92**

3.3.6 Evaluasi dan Pemecahan Masalah

Pada tahapan ini melakukan evaluasi serta pemecahan masalah pada pengerjaan artikel ilmiah. Hasil evaluasi dan pemecahan masalah mengacu pada hasil yang ditemukan pada seluruh tahapan pengerjaan artikel ilmiah.

3.4 Alat dan Bahan

Pada pengerjaan artikel ilmiah, penulis menggunakan berbagai alat sebagai sarana penunjang kegiatan pengerjaan. Berikut ini merupakan rincian alat alat yang digunakan pada pengerjaan

Tabel 3 Alat yang digunakan

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Laptop	Acer	1 Buah
2.	Aplikasi desain	CATIA V5R21	1 Buah
3.	Alat tulis	Faber Castle	1 Set
4.	Kertas	HVS A4 SIDU	1 Rim

3.5 Permasalahan dan Solusi

Pada pengerjaan artikel ilmiah, penulis menghadapi permasalahan serta kendala pada pengerjaan. Berikut merupakan rincian permasalahan serta solusi yang ditemukan pada pengerjaan artikel ilmiah.

Tabel 4 Permasalahan dan solusi

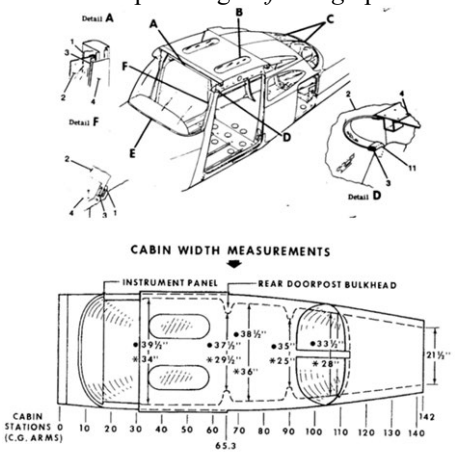
No.	Kegiatan	Permasalahan	Solusi
1.	Pengumpulan data	Sulit mencari dokumen	Mencari dokumen dari sumber lain
3.	*Perancangan desain*	*Perangkat yang tidak mendukung dalam melakukan*	*Meminjam perangkat yang mendukung agar dapat*

		pembuatan desain	*melakukan pengerjaan*
4.	Analisis weight and balance	Konfigurasi kalkulator tidak sesuai dengan perhitungan manual	Menghitung secara manual dan memasukan kedalam grafik.
5.	Pembuatan laporan	Tidak memiliki fasilitas dalam mencetak laporan	Meminjam perangkat pendukung

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

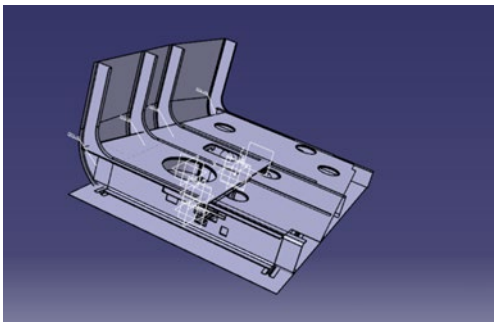
Pada pengerjaan artikel ilmiah, rancangan desain struktur penumpu kamera *surveillance* diletakan pada area body station +65.00 hingga +90.00 Penempatan struktur penumpu kamera *surveillance* memakan tempat sepanjang 25 .in dengan lebar sebesar 36 .in. Pada pengerjaan artikel ilmiah, area tersebut kemudian ditambahkan rancangan struktur penumpu, serta penambahan lubang dengan diameter sebesar 230 .mm pada bagian *fuselage* pesawat [3]



Gambar 4 Dimensi kabin pesawat Cessna 172 N

4.2 Perancangan Desain

Pada pembuatan desain struktur penumpu kamera surveillance pada pesawat Cessna 172 N, pembuatan desain penumpu kamera dibagi menjadi 4 bagian yaitu *base plate, base plate support, skin doubler,* dan *web doubler*.



Tabel 5 Spesifikasi hasil perancangan

No.	Deskripsi	Material	Keterangan
1	Base plate	Alumunium 2024 T3	(610x720x4).mm
2.	Base plate support	Alumunium 2024 T3	(30x30x720).mm
3.	Skin doubler	Alumunium 2024 T3	(950x1310x0.8).mm
4.	Web doubler	Alumunium 2024 T3	(150x950x1.6).mm
5.	Rivet	NAS1097AD4-8	80 buah
6.	Rivet	NAS1097AD5-8	47 buah
7.	Rivet	NAS1097AD3-5	26 buah
8.	Nut	MS21060-L4K	13 buah
9.	Screw	NAS1102-4-16	13 buah

4.3 Hasil Analisis Struktur Penumpu Kamera

Tabel 6 Hasil analusus kekuatan struktur penumpu

No.	Simulasi berat (dalam .kg)	Simulasi gaya (dalam Newton)	Stress (dalam N/m2)
1.	10	98	3.220
2.	20	196	6.450
3.	30	294	9.680
4.	40	392	12.900
5.	50	490	16.100
6.	60	588	19.400
7.	70	686	22.600
8.	80	784	25.800
9.	90	882	29.100
10.	100	980	32.300

4.4 Hasil Analisis *Weight and Balance*

4.3.1 Terhadap Sumbu *Longitudinal*

a. Konfigurasi A

Tabel 7 Hasil analisis weight and balance Konfigurasi A sumbu longitudinal

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+42,19	+42,83	+0,64
Zero-fuel weight	+41,7	+42,46	+0,76
Landing-weight	+41,85	+42,58	+0,73

Rata-rata pergeseran CG	+0,71

b. Konfigurasi B

Tabel 8 Hasil analisis weight and balance Konfigurasi B sumbu longitudinal

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+39,27	+40,21	+0,940
Zero-fuel weight	+38,6	+39,66	+1,060
Landing-weight	+38,85	+39,86	+1,010
Rata-rata pergeseran CG			+1,003

c. Konfigurasi C

Tabel 9 Hasil analisis weight and balance Konfigurasi C sumbu longitudinal

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+42,58	+43,29	+0,71
Zero-fuel weight	+42,16	+42,96	+0,80
Landing-weight	+42,31	+43,08	+0,77
Rata-rata pergeseran CG			+0,76

d. Konfigurasi D

Tabel 10 Hasil analisis weight and balance Konfigurasi D sumbu longitudinal

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+39,5	+40,51	+1,01
Zero-fuel weight	+38,78	+39,93	+1,15
Landing-weight	+39,04	+40,14	+1,10
Rata-rata pergeseran CG			+1,08

4.3.2 Terhadap Sumbu *Lateral*

a. Konfigurasi A

Tabel 11Hasil analisis weight and balance Konfigurasi A sumbu lateral

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+13,93	+13,36	-0,57
Zero-fuel weight	+14,90	+14,22	-0,68
Landing-weight	+14,55	+13,91	-0,64
Rata-rata pergeseran CG			-0,63

b. Konfigurasi B

Tabel 12Hasil analisis weight and balance Konfigurasi B sumbu lateral

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+17,15	+15,38	-1,77
Zero-fuel weight	+18,45	+16,46	-1,99
Landing-weight	+17,97	+16,06	-1,91
Rata-rata pergeseran CG			-1,83

c. Konfigurasi C

Tabel 13Hasil analisis weight and balance Konfigurasi C sumbu lateral

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+17,15	+15,38	-1,77
Zero-fuel weight	+18,45	+16,46	-1,99
Landing-weight	+17,97	+16,06	-1,91
Rata-rata pergeseran CG			-1,83

d. Konfigurasi D

Tabel 14Hasil analisis weight and balance Konfigurasi D sumbu lateral

CG	Sebelum	Sesudah	ΔCG
Take-off weight	+21,01	+19,80	-1,21
Zero-fuel weight	+22,78	+21,33	-1,45
Landing-weight	+22,13	+20,77	-1,36
Rata-rata pergeseran CG			-1,34

7. KESIMPULAN

Penulisan laporan Artikel ilmiah ini bertujuan sebagai sarana edukasi guna menambah wawasan terpadap penulis maupun pembaca mengenai metode tahapan pada perancangan struktur tambahan penumpu kamera *surveillance* pada pesawat Cessna 172 N.

Adapun hasil yang dijadikan kesimpulan dapat dilihat sebagai berikut:

1 Penempatan struktur penumpu kamera surveillance pada pesawat Cessna 172 N diletakan pada body station +65.00 hingga +90.00 Dengan panjang area yang digunakan sebesar 25 .in serta lebar sebesar 36 .in.

2 Dalam pembuatan struktur tambahan penumpu kamera surveillance pada pesawat Cessna 172 N gambar desain dibagi menjadi 4 bagian yaitu

base plate, base plate support, skin doubler, dan web doubler.

3 Pada perancangan penambahan struktur penumpu kamera surveillance pada pesawat Cessna 172 N, berbagai alterasi dilakukan untuk menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada Tabel III. 1

4 Pada pelaksanaan analisis kekuatan struktur penumpu, komponen diberikan simulasi pembebanan statik yang membuktikan bahwa komponen dapat menahan berat hingga 100 .kg.

5 Hasil analisis weight and balance pada Konfigurasi A, B, C, dan D setelah pemasangan kamera surveillance masih berada didalam limitasi CG Cessna 172 N.

6 Pada Konfigurasi A nilai perpindahan lokasi CG pesawat sebelum dan setelah penambahan kamera surveillance pada kondisi take-off weight, zero-fuel weight, dan landing weight berturut turut sebesar +0.64 .in, +0.76 .in, dan +0.73 .in terhadap sumbu longitudinal dan -0.57 .in, -0.68 .in, dan -0.64 .in terhadap sumbu lateral.

7 Pada Konfigurasi B nilai perpindahan lokasi CG pesawat sebelum dan setelah penambahan kamera surveillance pada kondisi take-off weight, zero-fuel weight, dan landing weight berturut turut sebesar +0.94 .in, +1.06 .in, dan +1.01 .in terhadap sumbu longitudinal dan -1.77 .in, -1.99 .in, dan -1.91 .in terhadap sumbu lateral.

8 Pada Konfigurasi C nilai perpindahan lokasi CG pesawat sebelum dan setelah penambahan kamera surveillance pada kondisi take-off weight, zero-fuel weight, dan landing weight berturut turut sebesar +0.71 .in, +0.80 .in, dan +0.77 .in terhadap sumbu longitudinal dan -1.77 ,in, -1.99 .in, dan -1.91 .in terhadap sumbu lateral.

9 Pada Konfigurasi D nilai perpindahan lokasi CG pesawat sebelum dan setelah penambahan kamera surveillance pada kondisi take-off weight, zero-fuel weight, dan landing weight berturut turut sebesar +1.01 .in, +1.15 .in, dan +1.10 .in terhadap sumbu longitudinal dan -1.21 .in, -1.45 .in, dan -1.36 .in terhadap sumbu lateral.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Cessna Aircraft Cabin Door Mount for Photographic and Videographic. Mc Charthy, Jack. 1986. 1986.

[2] Staff Instruction. Republic of Indonesia Ministry of Transportation. 2017. SI 21 - 01, Indonesia : Kemenhub, 2017.

[3] Weight and Balance Handbook. Federal Aviation Administration. 2016. Oklahoma City : U.S. : Department of Administration, 2016.

[4] Cessna 172 Series Service Manual 1977-1986. Cessna Aircraft Company. 1986. Kansas : Cessna Aircraft Company, 1986.

[5] Survey Operation Manual ALTM Orion M/C 200. Optech Incorporated. 2008. Ontario : s.n., 2008.