

Pengembangan *Maintenance Program Airframe* Pesawat TBM 700 di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar

Nirmalasari¹, Hendri Louis Latif^{1,*}, Irfan¹

¹Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Makassar, Makassar

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 25 November 2025
Direvisi: 21 Februari 2026
Diterima: 8 Mei 2026

Kata kunci:

Airframe Pesawat, Pemeliharaan Preventif, Program Pemeliharaan, Task Card, TBM 700

Keywords:

Airframe, Calendar Time, Maintenance Program, Task Card, TBM 700

Penulis Korespondensi:

Hendri Louis Latif
Email:
hendri.louis@poltekbangmakassar.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan *maintenance program airframe* pesawat TBM 700 berbasis *calendar time* yang dapat digunakan sebagai pedoman perawatan dan media pembelajaran praktikum di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Data diperoleh melalui observasi langsung terhadap kondisi pesawat serta dokumentasi teknis yang meliputi *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) dan dokumen pendukung lainnya. Produk yang dikembangkan berupa *maintenance program* yang terdiri atas *maintenance schedule, inspection checklist*, dan lima *task card* utama, yaitu ATA 05 (*Time Limits/Maintenance Checks*), ATA 32 (*Landing Gear*), ATA 53 (*Fuselage*), ATA 55 (*Stabilizers*), dan ATA 57 (*Wings*). Hasil evaluasi terhadap 27 responden menunjukkan bahwa produk memperoleh nilai kelayakan rata-rata sebesar 84,74% dengan kategori sangat layak. Program yang dikembangkan dinilai memiliki keterbacaan, kepraktisan, kesesuaian isi, dan kelengkapan format yang baik sehingga dapat mendukung pelaksanaan praktikum *maintenance airframe* secara lebih terstruktur. Dengan demikian, *maintenance program* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dokumen pendukung pembelajaran dan pelaksanaan inspeksi berkala pada pesawat TBM 700 di lingkungan pendidikan penerbangan.

This study aimed to develop a calendar time-based airframe maintenance program for the TBM 700 aircraft to support maintenance activities and practical learning at the Makassar Aviation Polytechnic Hangar. The study employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, consisting of the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. Data were collected through direct observation of the aircraft condition and documentation of technical references, including the Aircraft Maintenance Manual (AMM) and related supporting documents. The developed product consisted of a maintenance program including a maintenance schedule, inspection checklist, and five main task cards covering ATA 05 (Time Limits/Maintenance Checks), ATA 32 (Landing Gear), ATA 53 (Fuselage), ATA 55 (Stabilizers), and ATA 57 (Wings). Evaluation results from 27 respondents showed that the product achieved an average feasibility score of 84.74%, categorized as highly feasible. The developed program demonstrated good readability, practicality, content suitability, and format completeness, enabling more structured airframe maintenance practical activities. Therefore, the maintenance program can be utilized as a supporting document for learning activities and periodic inspection procedures of the TBM 700 aircraft in aviation education environments.

Copyright © 2026 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN,

Pemeliharaan pesawat udara merupakan aspek penting dalam menjaga kelaikudaraan (*airworthiness*), keandalan, serta keselamatan operasi penerbangan. Kegiatan pemeliharaan mencakup inspeksi, servis, penggantian komponen, dan tindakan preventif yang dilakukan sesuai program perawatan dan data teknis yang disetujui *Civil Aviation Safety Regulation Part 43*, 2000. Implementasi sistem perawatan yang terstruktur terbukti mampu meningkatkan keandalan sistem, menurunkan risiko kegagalan komponen, serta menjaga kualitas operasional peralatan secara berkelanjutan [1]. Selain itu, perawatan berkala dinilai lebih efektif dalam mencegah kerusakan dibandingkan pendekatan korektif yang dilakukan setelah terjadi kegagalan sistem [2].

Dalam industri penerbangan, program pemeliharaan umumnya disusun berdasarkan parameter *flight hours*, *flight cycles*, dan *calendar time* yang mengacu pada rekomendasi pabrikan serta regulasi yang berlaku menurut *International Civil Aviation Organization* 2000. Namun demikian, kondisi tersebut tidak selalu dapat diterapkan pada pesawat yang digunakan sebagai sarana pendidikan dan praktikum. Pesawat yang berada di lingkungan pendidikan sering kali tidak dioperasikan secara aktif sehingga tidak memiliki akumulasi jam terbang maupun siklus penerbangan yang dapat digunakan sebagai dasar penjadwalan perawatan. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan pemeliharaan yang disesuaikan dengan karakteristik pesawat non-operasional (*non-flying aircraft*) agar kondisi kelaikudaraan dan keandalannya tetap terjaga [3].

Politeknik Penerbangan Makassar sebagai institusi pendidikan vokasi di bawah Kementerian Perhubungan menyediakan berbagai fasilitas pembelajaran praktikum, salah satunya pesawat TBM 700 yang digunakan oleh taruna Program Studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara. Sebagai media pembelajaran, pesawat tersebut memerlukan program pemeliharaan yang terstruktur agar tetap aman dan layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Airframe sebagai struktur utama pesawat memiliki fungsi penting dalam menopang beban aerodinamis, tekanan, serta gaya dinamis selama operasi sehingga rentan mengalami degradasi akibat korosi, kelelahan material (*fatigue*), maupun pengaruh lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan sistem perawatan berkala yang mampu mengantisipasi potensi kerusakan tersebut melalui kegiatan inspeksi dan tindakan preventif yang terjadwal.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas aspek pemeliharaan pesawat, seperti perancangan manajemen risiko pada *prolonged maintenance* pesawat menggunakan metode *House of Risk* [4] analisis penyebab *technical delay* pada pesawat Airbus A330-200/300 [5], serta analisis dampak delay operasional terhadap aktivitas penerbangan di bandar udara [6]. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut berfokus pada aspek operasional maskapai dan bandara, sehingga belum secara spesifik membahas pengembangan program pemeliharaan berbasis *calendar time* untuk pesawat non-operasional yang digunakan sebagai fasilitas pembelajaran di lingkungan pendidikan penerbangan.

Berdasarkan hasil observasi di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar diketahui bahwa pesawat TBM 700 telah digunakan sebagai media praktikum maintenance oleh taruna, namun belum tersedia maintenance program yang terdokumentasi secara sistematis sebagai pedoman pelaksanaan praktikum. Kegiatan perawatan masih mengacu langsung pada *Aircraft Maintenance Manual* (AMM), sehingga taruna mengalami kesulitan dalam menentukan urutan pekerjaan, interval inspeksi, serta dokumentasi hasil pemeriksaan. Selain itu, belum tersedia task card yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran sehingga proses praktikum belum berlangsung secara seragam. Kondisi tersebut menjadi dasar perlunya pengembangan maintenance program yang lebih sederhana namun tetap mengacu pada standar teknis yang berlaku.

Berdasarkan observasi awal di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar, *airframe* pesawat TBM 700 belum memiliki program pemeliharaan berkala yang sepenuhnya mengacu pada AMM dan belum didukung dokumen operasional berupa *task card* yang terstruktur untuk kebutuhan praktikum. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan pemeliharaan fasilitas pembelajaran dengan sistem perawatan yang tersedia saat ini. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa perancangan *maintenance program airframe* pesawat TBM 700 berbasis *calendar time* yang disesuaikan dengan kondisi pesawat non-operasional di lingkungan pendidikan. Program yang dikembangkan meliputi *maintenance schedule*, *inspection checklist*, dan *task card* yang mengacu pada AMM sehingga dapat digunakan sebagai pedoman teknis dalam kegiatan perawatan sekaligus mendukung proses pembelajaran praktikum.

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang lebih banyak membahas aspek manajemen maintenance, keterlambatan operasional, maupun analisis risiko pemeliharaan pesawat, penelitian ini berfokus pada pengembangan dokumen *maintenance program* yang secara khusus disusun untuk pesawat non-operasional di lingkungan pendidikan penerbangan. Kontribusi utama penelitian ini adalah menghasilkan *maintenance schedule*, *inspection checklist*, dan *task card* berbasis *calendar time* yang mengacu pada AMM, sehingga dapat digunakan tidak hanya sebagai dokumen perawatan tetapi juga sebagai media pembelajaran praktikum yang sistematis bagi taruna. Dengan demikian, penelitian ini mengisi kesenjangan penelitian terkait pengembangan maintenance program untuk kebutuhan pendidikan vokasi penerbangan.

Penelitian ini dibatasi pada pengembangan program perawatan preventif berbasis *calendar time* untuk *airframe* pesawat TBM 700 yang berada di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar. Penelitian tidak membahas aspek perbaikan komponen maupun sistem pesawat secara menyeluruh, melainkan berfokus pada penyusunan dokumen dan prosedur pemeliharaan berkala yang dapat diterapkan pada lingkungan praktikum. Tujuan penelitian ini adalah merancang maintenance program airframe pesawat TBM 700 yang terstruktur, sesuai dengan AMM, serta menghasilkan dokumen perawatan yang dapat digunakan sebagai bahan praktikum bagi taruna Program Studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara.

II. METODE PENELITIAN

II.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Metode R&D digunakan karena penelitian tidak hanya menghasilkan data, tetapi juga menghasilkan produk berupa maintenance program yang dapat diterapkan secara langsung pada objek penelitian [7], [8]. Model ADDIE dipilih karena memiliki tahapan pengembangan yang sistematis dan fleksibel, sehingga banyak digunakan dalam pengembangan sistem maupun produk teknis [9].

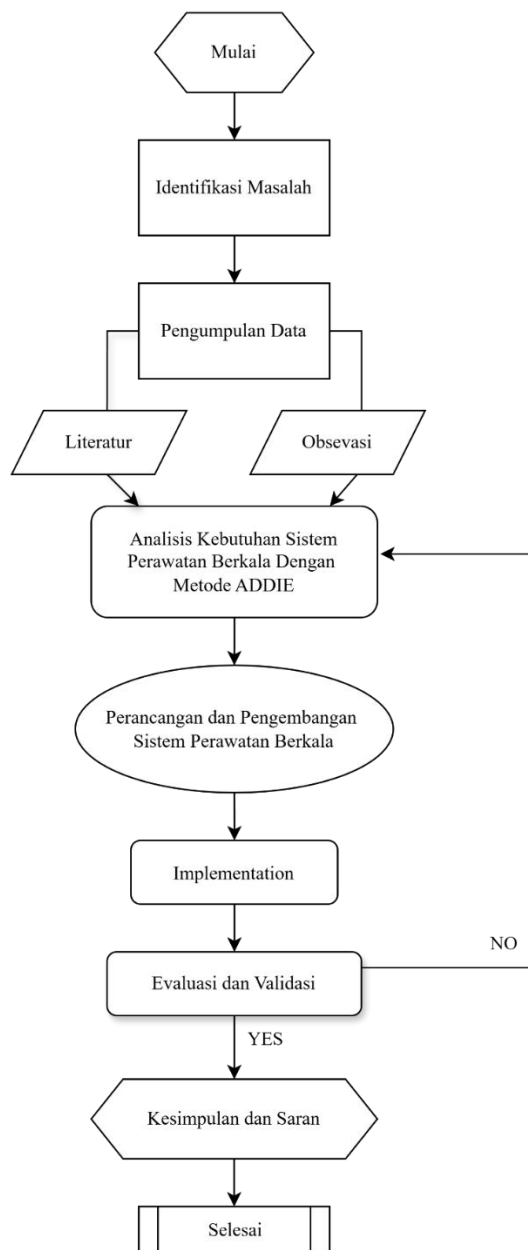
Pada penelitian ini, produk yang dikembangkan berupa maintenance program *airframe* pesawat TBM 700 yang terdiri atas *maintenance schedule*, *inspection checklist*, dan *task card*. Pengembangan produk dilakukan berdasarkan kebutuhan operasional pesawat yang berada dalam kondisi non-operasional (*non-flying aircraft*) di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar. Alur penelitian menggunakan model ADDIE yang ditunjukkan pada Gambar 1.

II.2 Objek dan Sumber Data

Objek penelitian adalah sistem perawatan *airframe* pesawat TBM 700 yang berada di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar. Fokus penelitian dibatasi pada pengembangan program perawatan preventif berbasis *calendar time* untuk komponen airframe tanpa membahas perbaikan (*repair*) komponen secara mendalam.

Data penelitian terdiri atas data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari dokumen teknis pesawat, meliputi *Aircraft Maintenance Manual* (AMM), *Illustrated Parts Catalog* (IPC), dan dokumen pendukung lainnya yang berkaitan dengan prosedur perawatan airframe. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap kondisi fisik pesawat TBM 700 serta sistem perawatan yang diterapkan di hanggar.

Responden penelitian berjumlah 27 orang yang terdiri atas taruna Program Studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara, instruktur praktikum hanggar, serta dosen yang terlibat dalam kegiatan pembelajaran maintenance. Responden dipilih karena memiliki pengalaman menggunakan atau mengevaluasi maintenance program yang dikembangkan sehingga mampu memberikan penilaian terhadap aspek keterbacaan, kepraktisan, dan kesesuaian isi produk.



Gambar 1 Diagram alir metode ADDIE

II.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan dua teknik utama, di antaranya adalah dokumentasi dan observasi.

II.3.1 Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data teknis terkait prosedur perawatan, interval inspeksi, dan maintenance task yang tercantum dalam *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) TBM 700. Data tersebut menjadi dasar dalam penyusunan program perawatan yang dikembangkan.

II.3.2 Observasi

Observasi dilakukan secara langsung terhadap kondisi airframe pesawat TBM 700 di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi aktual pesawat, fasilitas pendukung perawatan, serta kebutuhan implementasi program perawatan pada lingkungan praktikum.

II.4 Teknik Pengembangan dan Analisis Data

Pengembangan *maintenance program* dilakukan berdasarkan lima tahapan model ADDIE [9], [10], yaitu:

II.4.1 Analisis

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem perawatan berdasarkan kondisi aktual pesawat dan ketentuan perawatan yang terdapat pada AMM TBM 700. Pada tahap ini dilakukan identifikasi *maintenance task*, interval perawatan, dan kebutuhan inspeksi *airframe*. Tahap ini diawali dengan observasi kondisi aktual pesawat TBM 700 di hanggar, identifikasi dokumen *maintenance* yang tersedia, serta analisis kebutuhan praktikum. Selain itu dilakukan penelaahan AMM untuk menentukan *maintenance task* dan interval inspeksi yang sesuai.

II.4.2 Desain

Tahap desain dilakukan dengan menyusun rancangan program perawatan berbasis *calendar time*. Rancangan yang disusun meliputi *maintenance schedule*, *inspection checklist*, dan *task card* yang disesuaikan dengan kondisi pesawat non-operasional di lingkungan hanggar pendidikan. Berdasarkan hasil analisis kemudian disusun rancangan *maintenance schedule*, *inspection checklist*, dan format *task card* yang disesuaikan dengan kebutuhan praktikum taruna serta mengacu pada struktur *ATA Chapter*.

II.4.3 Pengembangan

Pada tahap ini rancangan yang telah dibuat dikembangkan menjadi dokumen perawatan yang terstruktur dan siap digunakan. Seluruh prosedur disusun berdasarkan data teknis yang terdapat dalam AMM TBM 700. Seluruh rancangan kemudian dikembangkan menjadi dokumen *maintenance program* lengkap dengan prosedur inspeksi, referensi teknis, *safety point*, *acceptance criteria*, dokumentasi hasil inspeksi, serta kolom *sign-off*.

II.4.4 Implementasi

Implementasi dilakukan melalui simulasi penerapan program perawatan pada lingkungan hanggar untuk menilai keterlaksanaan prosedur yang telah disusun serta kesesuaiannya dengan fasilitas yang tersedia. Produk yang telah dikembangkan kemudian diuji melalui simulasi pelaksanaan praktikum *maintenance* di lingkungan hanggar untuk mengetahui kemudahan penggunaan dan kesesuaian alur kerja.

II.4.5 Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan melalui validasi oleh ahli dan operator hanggar. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyempurnaan program perawatan yang dikembangkan. Tahap evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada responden untuk menilai keterbacaan, kelengkapan format, kepraktisan, dan kesesuaian isi *maintenance program* sehingga dapat dilakukan penyempurnaan produk apabila diperlukan.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif menggunakan pendekatan *gap analysis*. Analisis dilakukan dengan membandingkan sistem perawatan yang diterapkan di hanggar dengan standar perawatan yang tercantum dalam AMM TBM 700. Hasil identifikasi kesenjangan (*gap*) digunakan sebagai dasar penyusunan *maintenance program airframe* pesawat TBM 700 yang sesuai dengan kebutuhan operasional dan kegiatan praktikum.

III. HASIL DAN DISKUSI

III.1 Hasil Pengembangan Maintenance Program Airframe TBM 700

Penelitian ini menghasilkan rancangan *maintenance program* airframe pesawat TBM 700 di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar melalui model ADDIE yang terdiri atas tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Produk yang dihasilkan berupa *maintenance program* dan *task card* untuk lima kelompok referensi utama, yaitu ATA 05 (*Time Limits/Maintenance Checks*), ATA 32 (*Landing Gear*), ATA 53 (*Fuselage*), ATA 55 (*Stabilizers*), dan ATA 57 (*Wings*).

Tabel 1 Pengembangan Model ADDIE dan Dokumen *Maintenance Program Airframe* TBM 700

No.	Komponen	Isi yang Dikembangkan	Fungsi dalam Praktik Hanggar
1	Identitas <i>aircraft</i>	<i>Registration</i> , model/ <i>serial number</i> , <i>airframe hours</i> , tanggal inspeksi, dan status program.	Menjamin setiap pekerjaan dikaitkan dengan data <i>aircraft</i> yang jelas.
2	Referensi teknis	ATA <i>chapter</i> , AMM/CMM/IPC terbaru, dan rujukan prosedur yang relevan.	Menjaga agar kegiatan inspeksi tetap mengacu pada dokumen teknis.
3	<i>Interval/trigger</i>	<i>Calendar time</i> , <i>due list</i> , <i>special check</i> , dan rujukan interval sesuai <i>maintenance manual</i> .	Mengarahkan penentuan pekerjaan yang jatuh tempo.
4	<i>Tools/material</i>	Daftar alat dan material yang dibutuhkan sesuai karakter pekerjaan.	Membantu kesiapan praktikum sebelum inspeksi dimulai.
5	<i>Safety point</i>	Peringatan keselamatan, FOD <i>control</i> , <i>warning tag</i> , <i>jacking safety</i> , dan pembatasan tindakan repair.	Mengurangi risiko kesalahan kerja dan menanamkan budaya keselamatan.
6	<i>Checklist</i> pekerjaan	Langkah-langkah inspeksi yang disusun berurutan.	Menjamin pekerjaan dilakukan secara sistematis.
7	Kriteria terima	Kondisi yang harus terpenuhi agar hasil pemeriksaan dapat diterima.	Membantu taruna membedakan kondisi normal dan <i>finding</i> .
8	Dokumentasi	Kolom OK, catatan/ <i>finding</i> , <i>corrective action</i> , dan hasil <i>close-out</i> .	Membiasakan pencatatan pekerjaan secara tertelusur.
9	<i>Sign-off</i>	Kolom dibuat oleh, diperiksa oleh, dan disetujui/inspector.	Menanamkan tanggung jawab dan verifikasi pekerjaan.

Dari tahap analisis diperoleh kebutuhan pengembangan sistem perawatan berkala yang sesuai dengan karakteristik pesawat praktikum. Kebutuhan tersebut meliputi penyusunan jadwal inspeksi berbasis *calendar time*, pengembangan *task card* yang terstruktur, serta penyediaan media dokumentasi yang mendukung kegiatan pembelajaran di hanggar. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa kegiatan praktikum memerlukan dokumen kerja yang mampu menjembatani penggunaan AMM dengan pelaksanaan inspeksi secara langsung.

Pada tahap desain, *maintenance program* disusun berdasarkan struktur ATA *Chapter* yang relevan dengan ruang lingkup penelitian. Setiap *task card* dirancang memuat identitas pesawat, referensi teknis, interval inspeksi, kebutuhan alat dan material, aspek keselamatan kerja, daftar pemeriksaan, kriteria penerimaan, dokumentasi hasil inspeksi, serta kolom *sign-off*. Struktur tersebut dirancang untuk membangun keteraturan pelaksanaan praktikum dan meningkatkan kemampuan dokumentasi *maintenance* taruna.

Tahap pengembangan menghasilkan lima *task card* utama yang mencakup pemeriksaan jadwal inspeksi (ATA 05), *landing gear* (ATA 32), *fuselage* (ATA 53), *stabilizers* (ATA 55), dan *wings* (ATA 57). Setiap *task card* dikembangkan dengan format yang seragam sehingga memudahkan pengguna dalam memahami prosedur inspeksi serta pencatatan temuan selama kegiatan praktikum.

Pada tahap implementasi, *task card* digunakan sebagai pedoman simulasi kegiatan inspeksi di lingkungan hanggar. Penggunaan *task card* membantu taruna mengikuti urutan kerja secara sistematis mulai dari persiapan, pelaksanaan inspeksi, pencatatan *finding*, hingga dokumentasi hasil pekerjaan. Dengan demikian, *task card* berfungsi tidak hanya sebagai daftar pemeriksaan, tetapi juga sebagai media pembelajaran dokumentasi *maintenance*.

Tabel 2 Rekapitulasi *Task Card Maintenance Program Airframe TBM 700*

Kode Task Card	ATA Chapter	Fokus Pengembangan	Area/Objek Inspeksi Utama	Output yang Diharapkan
TC-05	ATA 05 <i>Time Limits/Maintenance Checks</i>	Pengendalian jadwal inspeksi dan <i>due list maintenance program</i>	<i>Aircraft record, inspection program, work package area, special checks, dan maintenance record</i>	Jadwal inspeksi, <i>checklist area, discrepancy sheet, dan update due list</i>
TC-32	ATA 32 <i>Landing Gear</i>	Pemeriksaan <i>landing gear</i> utama dan <i>nose landing gear</i>	<i>Gear legs, shock absorber, hydraulic leakage, corrosion, crack, piston tube, lower bearing, dan clearance</i>	Catatan kondisi <i>landing gear</i> , nilai <i>clearance</i> , hasil <i>leak check</i> , dan rekomendasi tindak lanjut sesuai AMM/CMM
TC-53	ATA 53 <i>Fuselage</i>	Pemeriksaan <i>fatigue</i> dan <i>corrosion</i> pada struktur <i>fuselage</i>	<i>Skin, frame, rivet, door/window fit, drain holes, pedestal, instrument panel, dan flight control/equipment supports</i>	Catatan <i>finding</i> pada <i>fuselage</i> , lokasi <i>crack/corrosion</i> , dan <i>close-out panel/interior</i>
TC-55	ATA 55 <i>Stabilizers</i>	Pemeriksaan <i>fatigue</i> dan <i>corrosion</i> pada <i>stabilizer</i>	<i>Horizontal stabilizer, vertical stabilizer, fittings, bores, bearings, spherical ends, horn fairings, dan sambungan struktur</i>	Catatan kondisi <i>stabilizer</i> , <i>bearing/spherical end inspection</i> , dan <i>sign-off</i>
TC-57	ATA 57 <i>Wings</i>	Pemeriksaan <i>fatigue</i> dan <i>corrosion</i> pada struktur sayap	<i>L.H./R.H. wing, lower surface trailing edge stiffener, rib 7, access bay, skin, rivet, fuel tank area, dan FOD</i>	Catatan hasil <i>visual/borescope inspection, leak check, dan close-out wing/tank area</i>

III.2 Hasil Validasi dan Uji Kelayakan

Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen kuesioner yang diberikan kepada 27 responden dengan skala penilaian 1–5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa maintenance program dan *task card* yang dikembangkan memperoleh nilai rata-rata kelayakan sebesar 84,74% sehingga termasuk kategori Sangat Layak.

Berdasarkan hasil pengujian, aspek keterbacaan memperoleh nilai sebesar 89,26%, aspek kepraktisan 84,44%, aspek kesesuaian isi 81,85%, aspek kelengkapan format 85,93%, dan aspek kesesuaian terhadap kebutuhan pembelajaran sebesar 84,94%. Seluruh aspek berada pada kategori

sangat layak. Sementara itu, aspek aksesibilitas *maintenance manual* memperoleh nilai 78,52% dan termasuk kategori layak.

Tabel 3 Uji Kelayakan *Maintenance Program Airframe TBM 700*

Kode	Aspek yang Dinilai	Pernyataan/Indikator
P1	Keterbacaan	Task card <i>maintenance airframe</i> TBM 700 mudah dipahami oleh taruna saat melaksanakan praktikum
P2	Kelengkapan format	Instruksi kerja yang terdapat pada <i>task card</i> disusun secara jelas dan sistematis
P3	Kesesuaian isi	Langkah-langkah pekerjaan pada <i>task card</i> sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam AMM
P4	Kepraktisan	Informasi yang terdapat dalam <i>task card</i> membantu taruna melaksanakan pekerjaan <i>maintenance</i> dengan benar
P5	Kesesuaian isi / kelengkapan referensi	<i>Task card</i> memuat data dan referensi yang cukup untuk mendukung pelaksanaan <i>maintenance airframe</i>
P6	Keterbacaan	Bahasa yang digunakan dalam <i>task card</i> mudah dipahami oleh taruna
P7	Dukungan referensi visual/manual	Gambar, diagram, atau ilustrasi pada <i>maintenance manual</i> membantu memahami prosedur <i>maintenance airframe</i>
P8	Kepraktisan	Taruna dapat melaksanakan praktikum <i>maintenance airframe</i> dengan mengikuti petunjuk pada <i>task card</i> tanpa mengalami kesulitan yang berarti
P9	Ketersediaan referensi manual	<i>Maintenance manual</i> mudah diakses dan digunakan sebagai referensi selama praktikum
P10	Kesesuaian kebutuhan pembelajaran/praktik	Penggunaan <i>task card</i> dan <i>maintenance manual</i> meningkatkan pemahaman taruna terhadap prosedur <i>maintenance airframe</i> TBM 700

III.3 Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ADDIE mampu digunakan secara sistematis dalam pengembangan *maintenance program airframe* untuk kebutuhan pendidikan vokasi penerbangan. Tahap analisis berhasil mengidentifikasi kebutuhan utama berupa ketiadaan sistem perawatan berkala yang terdokumentasi secara khusus untuk pesawat TBM 700 di hanggar. Temuan ini menunjukkan pentingnya penyediaan dokumen kerja yang dapat menghubungkan kebutuhan pembelajaran dengan standar pemeliharaan pesawat udara.

Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa kegiatan pemeliharaan pesawat memerlukan sistem dokumentasi yang sesuai dengan karakteristik objek pemeliharaan [3]. Pada penelitian ini, kebutuhan tersebut diwujudkan melalui penyusunan *maintenance program* berbasis *calendar time* yang sesuai dengan kondisi pesawat non-operasional di lingkungan pendidikan. Pendekatan ini berbeda dengan penelitian terdahulu yang lebih menitikberatkan pada aspek manajemen risiko *maintenance* [4] dan analisis *technical delay* pada pesawat operasional [5].

Maintenance program yang dikembangkan mengadopsi prinsip preventive maintenance melalui penyusunan jadwal inspeksi dan task card yang terstruktur. Pendekatan ini sejalan dengan pendapat [11] yang menyatakan bahwa keandalan sistem sangat dipengaruhi oleh kemampuan organisasi dalam melakukan tindakan pencegahan sebelum terjadi kegagalan. Dalam penelitian ini, pendekatan tersebut diwujudkan melalui inspeksi berkala terhadap area landing gear, fuselage, stabilizers, dan wings yang berpotensi mengalami korosi, retak, maupun kerusakan struktural.

Tingkat kelayakan sebesar 84,74% menunjukkan bahwa task card yang dikembangkan dapat diterima oleh pengguna sebagai media pembelajaran maintenance. Nilai keterbacaan yang tinggi mengindikasikan bahwa penyajian informasi dalam task card telah sesuai dengan kebutuhan taruna. Temuan ini mendukung pandangan Kinnison dan Siddiqui (2012) yang menekankan pentingnya

dokumentasi *maintenance* yang jelas dan mudah dipahami untuk mendukung efektivitas proses pembelajaran maupun pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan.

Nilai kelayakan sebesar 84,74% menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pengguna dari aspek keterbacaan, kepraktisan, serta kesesuaian isi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan pengembangan menggunakan model ADDIE efektif digunakan untuk menghasilkan produk pembelajaran teknis di bidang *maintenance* pesawat. Hal ini sejalan dengan pendapat sebelumnya bahwa model ADDIE mampu menghasilkan produk yang sistematis melalui tahapan analisis kebutuhan hingga evaluasi secara berkelanjutan [9].

Keunggulan utama program yang dikembangkan terletak pada keseragaman format *task card*, integrasi aspek keselamatan kerja, serta kemampuan mendukung dokumentasi hasil inspeksi. Selain itu, pembagian pekerjaan berdasarkan ATA Chapter memudahkan pengguna dalam memahami hubungan antara area inspeksi dan referensi teknis yang digunakan. Hasil ini juga sejalan dengan kajian EASA 2007 yang menegaskan bahwa penggunaan *work card system* dapat meningkatkan konsistensi pelaksanaan pekerjaan *maintenance*.

Maintenance program yang dikembangkan memberikan manfaat dalam meningkatkan keteraturan pelaksanaan praktikum karena seluruh prosedur inspeksi telah disusun secara sistematis berdasarkan AMM. Penggunaan *task card* juga membantu taruna memahami urutan pekerjaan, meningkatkan ketelitian dokumentasi hasil inspeksi, serta membiasakan penerapan prosedur *maintenance* sesuai standar industri penerbangan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang berfokus pada analisis risiko *maintenance* maupun *technical delay* pada pesawat operasional, penelitian ini menghasilkan produk berupa dokumen *maintenance* yang secara langsung dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran praktikum di hanggar pendidikan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. *Maintenance program* yang dikembangkan masih bersifat akademik dan belum dapat digunakan sebagai *approved maintenance data*. Selain itu, ruang lingkup penelitian hanya mencakup lima ATA Chapter sehingga belum merepresentasikan seluruh sistem pesawat TBM 700. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk memperluas cakupan ATA Chapter serta melakukan validasi operasional oleh personel pemeliharaan yang berwenang.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE, penelitian ini berhasil mengembangkan *maintenance program* airframe pesawat TBM 700 yang terdiri atas lima *task card* utama, yaitu ATA 05 *Time Limits/Maintenance Checks*, ATA 32 *Landing Gear*, ATA 53 *Fuselage*, ATA 55 *Stabilizers*, dan ATA 57 *Wings*. Program yang dikembangkan disusun berdasarkan kebutuhan praktikum di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar dengan mengacu pada AMM dan dokumen teknis pendukung lainnya.

Pada tahap analisis diperoleh kebutuhan pengembangan program perawatan yang mampu menjembatani *maintenance manual* dengan kegiatan praktikum melalui penyediaan *task card* yang sistematis, mudah digunakan, dan mendukung dokumentasi pekerjaan. Tahap desain menghasilkan rancangan *maintenance program* yang memuat *aircraft data*, referensi teknis, interval inspeksi, *tools/material*, *safety point*, *checklist* pekerjaan, kriteria penerimaan, dokumentasi hasil inspeksi, dan *sign-off*. Tahap development menghasilkan lima *task card airframe* yang disusun berdasarkan pembagian ATA chapter sehingga dapat digunakan sebagai pedoman inspeksi dan pembelajaran praktik *maintenance*. Selanjutnya, tahap implementation menunjukkan bahwa *task card* dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk membantu taruna memahami prosedur inspeksi, pencatatan *finding*, serta penerapan prinsip *preventive maintenance* dan dokumentasi pekerjaan secara terstruktur.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *maintenance program* dan *task card* yang dikembangkan memperoleh nilai rata-rata kelayakan sebesar 84,74% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan memiliki tingkat keterbacaan, kesesuaian isi, kelengkapan format, kepraktisan penggunaan, dan kesesuaian terhadap kebutuhan pembelajaran yang

baik sehingga dapat digunakan sebagai dokumen pendukung praktikum *maintenance airframe* di lingkungan hanggar pendidikan.

Meskipun demikian, *maintenance program* yang dikembangkan masih bersifat akademik dan tidak dimaksudkan sebagai *approved maintenance data* untuk operasi pesawat udara. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan *maintenance program* yang mencakup lebih banyak ATA chapter, melibatkan validasi dari personel bersertifikat dan organisasi perawatan pesawat udara, serta mengintegrasikan data kondisi aktual pesawat agar program yang dihasilkan dapat dikembangkan menuju penerapan yang lebih luas dan sesuai dengan kebutuhan operasional pemeliharaan pesawat udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Penerbangan Makassar yang telah memberikan izin dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian di Hanggar Politeknik Penerbangan Makassar. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen pembimbing, validator, instruktur hanggar, serta seluruh pihak yang telah memberikan masukan, dukungan, dan bantuan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini. Penelitian ini tidak menerima hibah khusus dari lembaga pendanaan di sektor publik, komersial, atau nirlaba.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. F. da Silva, A. H. de A. Melani, M. A. de C. Michalski, and G. F. M. de Souza, "Reliability and Risk Centered Maintenance: A Novel Method for Supporting Maintenance Management," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 19, p. 103390, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/app131910605>.
- [2] F. Xue, G. Jin, L. Tan, C. Zhang, and Y. Yu, "Predictive Maintenance Programs for Aircraft Engines based on Remaining Useful Life Prediction," *Sci. Rep.*, vol. 15, p. 41756, 2025, doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19957>.
- [3] E. S. Agustian, "Kajian Maintenance Pesawat Penumpang di Indonesia," *J. Tek. SILITEK*, vol. 03, no. 01, pp. 43–49, 2023, doi: <https://doi.org/10.51135/jts.v3i01.61>.
- [4] B. M. Hidayat, "Perancangan Manajemen Risiko Operasional Pada Prolonged Maintenance Pesawat Menggunakan Metode House of Risk," 2022.
- [5] R. K. Silaen, "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Deviasi Performance Akibat Technical Delay Pada Pesawat Airbus 330-200/300 Di PT. GMF Aeroasia," Universitas Mercu Buana Jakarta, 2019.
- [6] L. Fatchiyah and E. Ahyudanari, "Analisis Dampak Delay yang Terjadi pada Runway, Apron, dan Ruang Udara Terhadap Operasional Pesawat," *J. Civ. Eng.*, vol. 32, no. 2, p. 40, 2025, doi: <https://doi.org/10.12962/j20861206.v32i2.7502>.
- [7] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [8] W. R. Borg and M. D. Gall, *Educational Research: An Introduction*, 4th ed. New York: Longman, 1983.
- [9] R. M. Branch, *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer, 2009.
- [10] A. Maydiantoro, "Model-Model Penelitian Pengembangan (Research and Development)," Universitas Lampung, 2021.
- [11] J. D. Smith, *Reliability Maintainability and Risk: Practical Methods for Engineers*, 8th ed. Great Britain: Elsevier Ltd., 2011.
- [12] H. Kinnison and T. Siddiqui, *Aviation Maintenance Management*, 2nd ed. McGraw Hill Professional, 2012.