

KAJIAN IMPLEMENTASI PROSES *DATA-CENTRIC* UNTUK MEMENUHI ASBU D-AIM B1/1 DI PUSAT INFORMASI AERONAUTIKA

Desi Vifi Adelina Nababan^{1*}, Elfi Amir², Gilang Trio Putra³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug; Tangerang; (021) 5982204

Keywords:

Data-Centric;
Data Management;
Digital Transformation.

Correspondent Email:

desinababan20@gmail.com

Abstrak. Transformasi digital dalam pengelolaan data informasi aeronautika menjadi kebutuhan penting untuk mendukung keselamatan dan efisiensi dalam sistem navigasi udara. Sejalan dengan *roadmap Aviation System Block Upgrade* (ASBU), modul D-AIM B1/1 menekankan perlunya peralihan penuh ke *automated data-centric environment* sehingga pengelolaan, pemrosesan, penggunaan, dan pertukaran data dapat dilakukan secara terstruktur dan otomatis, serta intervensi manusia berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji implementasi proses *data-centric* di Pusat Informasi Aeronautika sebagai pemenuhan elemen pada ASBU D-AIM B1/1 tersebut. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif melalui observasi langsung, wawancara mendalam, dan analisis dokumen. Fokus utama terletak pada perubahan paradigma pengelolaan data aeronautika dari *product-centric* ke *data-centric*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan data di Pusat Informasi Aeronautika masih pada tingkat otomatisasi Level 0 (Manual) dengan pendekatan berbasis *product-centric* serta implementasi proses *data-centric* untuk peningkatan otomatisasi ke Level 2 (*Data-centric*). Penelitian ini memberikan kontribusi dalam merumuskan langkah strategis untuk transformasi menuju sistem AIM yang lebih modern dan adaptif terhadap kebutuhan global. Kesimpulannya, implementasi proses *data-centric* merupakan langkah krusial dalam memenuhi kerangka kerja ASBU D-AIM B1/1 guna meningkatkan kualitas produk dan layanan informasi aeronautika.

Abstract. Digital transformation in aeronautical information data management is a crucial need to support safety and efficiency in air navigation systems. In line with the *Aviation System Block Upgrade* (ASBU) roadmap, the D-AIM B1/1 module emphasizes the need for a full move into an *automated data-centric environment* so that management, processing, usage, and exchange can be done in a structured, automatic manner, and human intervention is reduced. This study AIM to examine the implementation of *data-centric* processes at the Aeronautical Information Center as a provider of elements in the ASBU D-AIM B1/1. This study uses qualitative methods through direct observation, in-depth interviews, and internal document analysis. The main focus lies in the paradigm shift of aeronautical data management from *product-centric* to *data-centric*. The results of the study indicate that data management at the Aeronautical Information Center is still at Level 0 (Manual) automation with a *product-centric* approach and the implementation of *data-centric* processes as a form of increasing automation to Level 2 (*Data-centric*). This study contributes to developing strategic steps for transformation towards a more modern and adaptive AIM system to global needs. In conclusion, the implementation of *data-centric* processes is a crucial step in fulfilling the ASBU D-AIM B1/1 framework to improve the quality of aeronautical information products and services.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

1. PENDAHULUAN

Aeronautical Information Management (AIM) telah menjadi topik yang sering dibahas dalam dunia penerbangan, baik di tingkat nasional maupun internasional. AIM merupakan konsep inovatif untuk mengubah paradigma pengelolaan informasi aeronautika yang memungkinkan sistem pengelolaan data dengan cara yang lebih modern, efisien, dan terintegrasi. Dalam mengakomodasi modernisasi sistem navigasi udara dan kebutuhan pengembangan industri penerbangan yang semakin meningkat, *International Civil Aviation Organization* (ICAO) menerbitkan dokumen strategis *Global Air Navigation Plan* (GANP) sebagai peta jalan atau *roadmap* guna membantu menyelaraskan sistem penerbangan agar terinteroperabel secara global, sebagai persyaratan yang timbul dari konsep *operasional Air Traffic Management Global* (GATM).

Aviation System Block Upgrade (ASBU) merupakan salah satu kerangka kerja yang disusun dalam GANP yang ditujukan untuk memastikan bahwa sistem navigasi penerbangan dunia dapat melakukan upgrade sesuai kebutuhan negaranya. Program peningkatan tersebut dilaksanakan secara bertahap melalui penyelarasan secara efektif, guna menjamin evolusi sistem yang terintegrasi. Salah satu area peningkatan kinerja yang krusial, *globally interoperable system and data* ditargetkan dapat tercapai dengan kapabilitas serta standar pendukungnya dalam kurun waktu 2018 hingga 2023. [1]

Dalam lingkup AIM, terdapat modul D-AIM B1/1 yang merupakan bagian dari Block 1 dalam ASBU yang berfokus pada peralihan penuh ke *automated data-centric environment* sehingga pengelolaan, pemrosesan, verifikasi, penggunaan dan pertukaran dapat dilakukan secara terstruktur, otomatis dan intervensi manusia berkurang. Namun, Pusat Informasi Aeronautika yang memiliki tanggung jawab utama dalam menjamin arus data dan informasi aeronautika yang dibutuhkan untuk keselamatan, keteraturan, dan efisiensi navigasi udara internasional [2]. Namun, hingga saat ini belum mengadopsi teknologi dan prosedur yang sesuai dengan kebutuhan pengelolaan data aeronautika modern.

Proses pengelolaan data masih dilakukan secara terfragmentasi dengan pendekatan

berbasis *product-centric*, dimana data dikelola secara mandiri pada masing-masing produk informasi aeronautika sehingga rentan terhadap kesalahan pengimputan data yang menyebabkan inkonsistensi antara data terkait yang tertera pada beberapa bagian text *Aeronautical Information Produk* (AIP) dan Peta Penerbangan. Hal tersebut sering menimbulkan keambiguan bagi pengguna data dan informasi aeronautika, dimana inkonsistensi data bisa terjadi secara berulang-ulang pada publikasi AMDT berikutnya jika tidak langsung ditangani dan berujung pada tingginya *userfeedback* (UFB) yang masuk.

Dalam mengatasi permasalahan inkonsistensi data tersebut, diperlukan transisi menuju pengelolaan data aeronautika yang berfokus pada pendekatan berbasis *data-centric*. Konsep ini berorientasi pada pengelolaan dimana data sebagai aset utama serta titik sentral dalam seluruh proses penyelenggaraan informasi aeronautika. Implementasi proses *data-centric* dapat menjaga kualitas data aeronautika yang menetapkan standar *accuracy, resolution, integrity, traceability, timeliness, completeness, and format* sesuai standar ICAO Doc.8126 *Aeronautical Information Services Manual* serta menjadi fondasi dalam pemenuhan konsep *Digital Aeronautical Information Management* (D-AIM) seperti yang tercantum dalam kerangka kerja ASBU D-AIM B1/1.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memberikan landasan teoritis yang mendasari penelitian yang dilakukan. Dalam subbab ini, akan dibahas berbagai definisi kunci yang relevan dengan topik penelitian.

2.1 Data-Centric

Data-centric merupakan pendekatan dalam pengembangan sistem yang berfokus pada kualitas dan pengelolaan data dari seluruh siklus hidup data mulai dari pengumpulan, validasi. Pengelolaan, hingga penyebarluasan. Data menjadi aset utama dan pusat dari semua arsitektur sistem, proses, dan strategi organisasi. Dalam lingkungan *data-centric*, data tidak hanya dipandang sebagai informasi pendukung, melainkan sebagai entitas fundamental yang dikelola dan dimanfaatkan secara proaktif untuk mendukung operasional dan pengambilan keputusan. Dalam pendekatan

ini, data dianggap sebagai komponen utama yang menentukan keberhasilan hasil akhir [3].

2.2 Product-Centric

Pendekatan *product-centric* (berpusat pada produk) adalah filosofi atau strategi dimana fokus utama organisasi, sistem atau proses adalah pembuatan dan produksi produk akhir, bukan pada data yang mendasari atau dihasilkan dari produk tersebut. Dalam konteks informasi aeronautika, masih banyak organisasi AIS yang dibentuk untuk memenuhi persyaratan pendekatan yang berfokus pada produktivitas yang optimal, dengan fokus pada produk seperti produksi AIP dan *Charts* dalam format spesifik, dari pada pengelolaan data mentah yang membentuk produk-produk tersebut [4].

2.3 Proses Data Aeronautika

Dalam proses data aeronautika tahap awal yang dilakukan dimulai dari *collection*. *Data collection* atau pengumpulan data adalah proses perolehan data dari berbagai sumber, yang pada dasarnya menentukan kualitas data [5]. AIS menerima data dan informasi aeronautika dari berbagai sumber dengan memperhatikan identifikasi *originator*, *formal arrangement* dan *scope of aeronautical data*. Selanjutnya masuk pada tahap *processing*, pemrosesan data aeronautika terdiri dari dua langkah utama. Langkah pertama yaitu verifikasi, validasi dan *assembly* data yang diterima untuk memastikan kualitas data sudah sesuai dengan *Data Quality Requirements* (DQR) sebelum data tersebut disimpan dalam database yang tersentralisasi. Kemudian, langkah kedua yaitu integrasi (penerjemahan, pemilihan, dan pemformatan) data yang sudah diverifikasi dan divalidasi untuk dijadikan produk dan layanan informasi aeronautika.

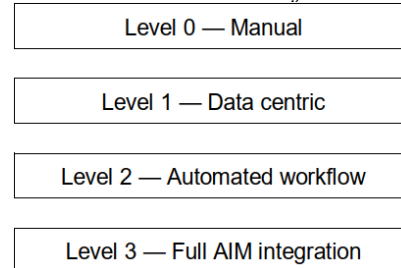
2.4 Otomatisasi

Otomatisasi adalah strategi yang dirancang untuk menggabungkan dan menerapkan teknologi canggih dengan tujuan memperbaiki proses pelaksanaan pekerjaan sehingga meningkatkan produktivitas pekerja dan efektivitas pekerjaan [6]. Setiap negara diminta untuk menilai tingkat otomasisinya saat ini dengan bertransisi menuju tingkat otomatisasi yang lebih tinggi secara bertahap guna mengurangi campur tangan manusia di seluruh proses data aeronautika [7].

ICAO menempatkan 4 (empat) tingkatan otomatisasi berdasarkan sistem dan

peran manusia dalam setiap proses di dalamnya agar seluruh rantai data mulai dari asal data, pemrosesan, hingga produksi dan distribusi didukung oleh sistem yang dicirikan oleh berbagai tingkat otomatisasi.

Gambar 1. *Four main levels of automation*



(Sumber: Doc. 8126 *Aeronautical Information Services Manual*, chapter 7)

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis mendeskripsikan fenomena yang terjadi dilapangan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi sebagai pengumpulan bukti. Metode kualitatif dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang mendalam mengenai kondisi aktual pengelolaan data aeronautika di Pusat informasi aeronautika.

Teknik observasi dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap proses kerja serta alur bisnis pengelolaan data aeronautika yang sedang berjalan [8]. Kemudian wawancara kepada narasumber yaitu personil publikasi dan kartografi, mereka dipilih karena dianggap memiliki pemahaman mendalam terhadap alur bisnis yang selama ini berjalan, serta dapat memberikan informasi kritis mengenai tantangan dan peluang dalam implementasi proses *data-centric* [9]. Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan berbagai bahan dokumentasi berupa foto atau gambar sebagai pelengkap metode observasi dan wawancara [10] guna menguatkan validitas temuan dan menambah kepercayaan dan pembuktian.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan pendekatan *Gap Analysis*, yaitu dilakukan dengan pemetaan terhadap kondisi ideal pengelolaan data aeronautika yang mengacu pada kerangka kerja ASBU D-AIM B1/1 dan standar ICAO yang kemudian akan dibandingkan dengan kondisi saat ini guna mengidentifikasi atau mengukur perbedaan antara dua kondisi tersebut dan kondisi yang diharapkan di masa depan [11].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengelolaan data aeronautika di Pusat Informasi Aeronautika dimulai dari penerimaan permohonan perubahan data atau penambahan informasi yang disampaikan oleh data originator yang merupakan sumber dari semua data aeronautika. Permohonan tersebut kemudian diregistrasi dan diverifikasi untuk mengecek kelengkapan data dukung dan keabsahan data yang di ajukan sesuai dengan dokumen [12]. Jika dibandingkan dengan standar ideal, proses verifikasi ini seharusnya telah terintegrasi dengan tahap validasi sejak awal alur bisnis guna mendeteksi kesalahan, duplikasi, serta inkonsistensi data sebelum digunakan lebih lanjut dalam penyusunan produk informasi aeronautika. Hal ini jelas menyimpang dari *flowchart* proses pengelolaan data aeronautika dalam ICAO Doc. 8126 *Aeronautical Information Services Manual* yang dijelaskan dalam diagram alir sebagai langkah menuju status "*validated database*".

Data yang sudah melewati tahap verifikasi dan klasifikasi kemudian akan dilanjutkan dalam proses pembuatan/ *drafting* AIP baik dalam bentuk teks ataupun peta penerbangan Karakteristik Level 0 (Manual) dimana ketergantungan tinggi pada intervensi manusia terlihat sangat jelas pada tahap ini, dimana personel harus menyalin dan memformat data ke dalam berbagai template produk yang berbeda seperti AIP dan chart dengan hanya mengandalkan keahlian serta pengalaman staf [13]. Jika merujuk pada prinsip utama dalam transformasi menuju D-AIM, data tidak lagi melekat pada produk, melainkan dikelola dalam sebuah sistem terpusat berbasis *validated database*.

Setelah proses *drafting* dilakukan, maka personel secara independen melakukan *quality control* (QC) [14]. Seluruh rangkaian QC dilakukan secara berulang setiap kali terdapat kesalahan data yang teridentifikasi. Dari hasil wawancara kepada salah satu personel Kartografi, proses tersebut tentu saja dapat meningkatkan beban dan tuntutan pekerjaan, sehingga semakin rentan terhadap kesalahan dan inkonsistensi data pada produk informasi aeronautika. Dimana proses tersebut harus dilakukan dalam rentan waktu yang telah ditentukan sesuai jadwal siklus publikasi informasi aeronautika (AIRAC) yang ditetapkan setiap 28 hari untuk diterbitkan atau

dipublikasikan melalui *website* iWish Indonesia.

Pada tingkat otomatisasi, proses pengelolaan data aeronautika idealnya telah berada pada Level 1 (*Data-centric*), hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan tinggi pada intervensi manusia dalam pengelolaan data aeronautika. Namun, berdasarkan rangkaian proses yang telah dibahas sebelumnya mulai dari tahapan verifikasi dan validasi yang tidak terintegrasi, proses pengelolaan data yang tersebar pada masing-masing produk hingga tahap publikasi menunjukkan bahwa belum terdapat adanya pemanfaatan proses *data-centric*.

Dalam memenuhi persyaratan konsep operasi ATM global yang bertumpu pada kualitas data aeronautika, beberapa aspek dalam pelayanan AIS harus dilakukan peningkatan secara signifikan. Hal ini diperlukan guna menjawab tuntutan kebutuhan operasional yang terus berkembang, yang pada akhirnya menuntut pemanfaatan teknologi informasi secara optimal. Transformasi menuju *data-centric* selaras dengan tujuan utama dalam GANP yang diinisiasi oleh ICAO, melalui elemen-elemen digital AIM (D-AIM) dalam tingkatan blok sistem penerbangan atau ASBU. Khususnya, ASBU D-AIM B1/1 yang mendorong pergeseran penuh ke *automated data-centric environment* untuk pengelolaan data aeronautika yang lebih terstruktur serta menjamin integritas dan interoperabilitas data antar sistem.

4.1 Prinsip Data-Centric

4.1.1 Single Of Truth/ Sumber Utama

Berbeda dengan pendekatan *product-centric* yang berorientasi pada produk akhir informasi aeronautika, prinsip *data-centric* berfokus pada bagaimana data dikumpulkan, divalidasi, hingga didistribusikan secara sistematis dan berkelanjutan melalui satu sumber data yang tervalidasi. Dengan demikian, risiko terjadinya inkonsistensi data akibat duplikasi atau perbedaan nilai dapat ditekan secara signifikan. Pengelolaan yang berpusat pada data dapat membantu membuat pelayanan lebih akurat dan andal dengan menjadikan data yang dapat diakses oleh pihak yang memungkinkan untuk menggunakannya secara lebih efisien [15].

4.1.2 Otomatisasi dan Partisipasi Manusia

Dalam kerangka sistem *data-centric*, otomatisasi bukan berarti sepenuhnya menggantikan peran manusia, melainkan mengatur ulang porsi kerja sehingga manusia lebih fokus pada pengambilan keputusan berbasis data dan pengendalian mutu. Dengan demikian, otomatisasi tidak dimaksudkan untuk sepenuhnya menggantikan peran manusia. Melainkan dalam sistem yang ideal, manusia dan sistem saling melengkapi. Partisipasi manusia dalam kolaborasi dengan sistem dapat diidentifikasi berdasarkan beberapa tingkatan, sebagai berikut [16]:

- a. Partisipasi Penuh: Manusia memegang kendali penuh atas proses, mendukung pengambilan keputusan yang selaras dengan tujuan manusia;
- b. Partisipasi Parsial: Metode mengendalikan proses, tetapi memerlukan kontribusi aktif manusia seperti umpan balik rutin atau interaksi intensif;
- c. Partisipasi Minimal: Otomatisasi berjalan mandiri dengan intervensi manusia hanya pada kondisi tertentu.

4.1.3 Data Collection

Dalam sistem *data-centric*, kualitas dan kuantitas data/ informasi aeronautika ditentukan sejak tahap awal yaitu pengumpulan data (*data collection*), sebagai proses penerimaan data/ informasi aeronautika dari berbagai sumber (*data originators*) yang dilakukan secara terstruktur dan *traceable* sebelum pengolahan lebih lanjut. Sebagai optimalisasi pengumpulan data dan informasi aeronautika, sistem ini menerapkan metodologi pengumpulan data yang efektif dengan karakteristik sebagai berikut [4]:

- a. Definisi peran: Pembagian tugas dan wewenang secara rinci untuk semua pihak terkait, termasuk penyedia layanan navigasi udara, otoritas bandara, badan geospasial, dll;
- b. Harmonisasi Kerja Sama: Pembakuan prosedur metode kerja dalam koordinasi antar pemangku kepentingan;

- c. Ketersediaan SDM Berkualitas: Pengadaan tenaga ahli teknis, terkhusus dalam proses verifikasi dan validasi;
- d. Ketertelusuran: Dokumentasi menyeluruh terhadap setiap aktivitas pengolahan data guna menjamin kemampuan pelacakan;
- e. Metadata: Kelengkapan informasi metada lengkap guna mendukung verifikasi dan validasi.

4.1.4 Data Validation

Salah satu prinsip dalam pengelolaan data aeronautika berbasis *data-centric* adalah penerapan validasi langsung terhadap kualitas data sebelum masuk ke dalam sistem (*Validated Database*) untuk menjamin integritas, keandalan, dan kelengkapan data sejak awal siklus hidup data guna mencegah kesalahan hilir [17]. Kemajuan dalam sistem validasi data dapat mendeteksi jenis kesalahan yang memungkinkan dikoreksi lebih cepat sehingga mengurangi beban koreksi ditahap akhir dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Kegiatan validasi ini mencakup beberapa aktivitas, yaitu [18];

- a. Proses data dan informasi diuji kebenarannya;
- b. Proses dimana data dan informasi dibandingkan antara dua hasil yang berbeda, dan;
- c. Proses dimana data dan informasi dibandingkan dengan rentang, nilai atau aturan bisnis yang telah ditetapkan.

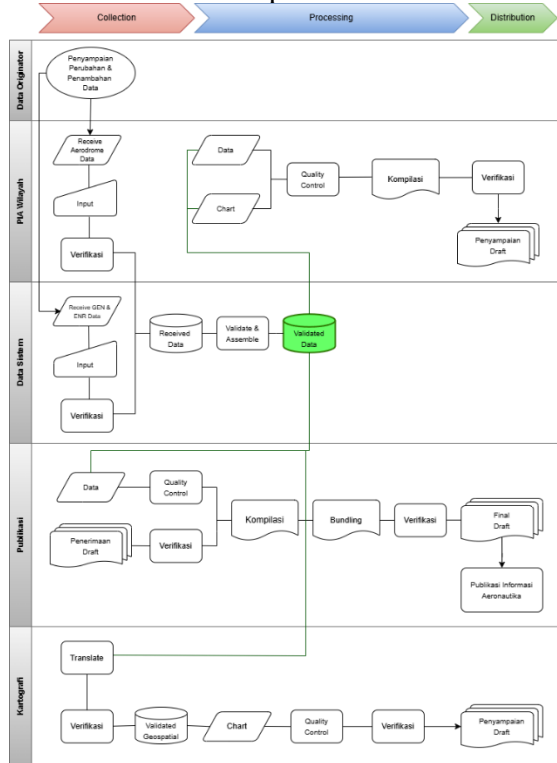
4.2 Implementasi Proses Data-Centric

Dalam pemenuhan tingkat otomatisasi ke tahap Level 1 (*Data-centric*), dibutuhkan pergeseran paradigma fundamental dari pemrosesan *product-centric* menuju pengelolaan data sebagai fokus utama. Pada level ini, arsitektur sistem dibangun secara berpusat pada data (*data-centric*), dimana seluruh alur kerja, mulai dari *collection*, *processing*, hingga *distribution*, di dorong oleh otomatisasi berbasis data-centric.

Hal tersebut di implementasikan guna mendukung pengelolaan data dan pembuatan produk informasi aeronautika yang lebih konsisten dan terstruktur. Sehingga intervensi manusia yang sebelumnya dominan dalam

seluruh tahap proses pengelolaan data dapat berkurang secara signifikan.

Gambar 2. *Flowchart* proses *Data-centric*



(Sumber: Penulis)

Pada implementasi Level 1 (*Data-centric*), para data originators mengajukan permohonan publikasi data melalui prosedur standar yang berjalan saat ini, mencakup tata cara pengajuan, persyaratan administrasi, dan media transmisi data. Dalam kerangka kerja yang berpusat pada data, personil pelayanan informasi aeronautika bertanggung jawab untuk melakukan input data secara manual ke dalam sistem database dengan ketentuan wajib mengikuti format dan struktur data yang telah ditetapkan.

Data aeronautika tersebut akan dilakukan proses verifikasi awal pada tahap pengumpulan (*Collection*), untuk memastikan kelengkapan dan keabsahan data sudah sesuai dengan persyaratan. Selanjutnya data masuk ke dalam tahap pemrosesan (*Processing*) untuk dilakukan validasi (*validate & assemble*) sesuai prinsip *data-centric* guna menjamin akurasi dan konsistensinya sebelum dimasukkan ke dalam sistem database. Pada tahap inilah konsep "*Validated Database*" mulai di implementasikan secara menyeluruh. Dimana data yang disimpan dalam *validated database*,

berfungsi sebagai repositori terpusat untuk menjadi sumber utama/ *single source of truth* yang mendukung seluruh unit dalam mengakses data dengan versi yang sama dan terbaru untuk menghasilkan berbagai produk dan layanan informasi aeronautika seperti AIP, *Chart*, dan dokumen terkait lainnya. Dengan sistem *data-centric* yang menyediakan akses otomatis ke data, produk dan layanan aeronautika dapat diperbarui segera saat setelah data berubah, sehingga meminimalisir potensi terjadinya kesalahan dan inkonsistensi data.

Penyimpanan terpusat ini terdiri dari berbagai jenis fitur yang memungkinkan integrasi data yang komprehensif dan atribut-atribut yang memiliki referensi geografis yang harus melalui proses translate terlebih dahulu sehingga dapat disimpan dalam *database Validated geospasial*. Dengan arsitektur berpusat pada data ini, sistem otomatis dan seluruh layanan informasi aeronautika dapat mengakses data terkini secara *real-time*, meningkatkan efisiensi operasional dan keandalan informasi. Pendekatan ini tidak hanya mengoptimalkan proses pengambilan keputusan tetapi juga memastikan akurasi dan konsistensi data di seluruh *platform* dan aplikasi terkait. Hal ini menandakan pergeseran paradigma dalam pengelolaan data aeronautika dari pendekatan yang berbasis produk (*product-centric*) berubah menjadi pendekatan berbasis data yang terpusat (*Data-centric*).

Tahapan distribusi dalam proses pengelolaan data aeronautika adalah fase akhir dari siklus *data-centric*, yang memastikan bahwa data atau produk aeronautika yang telah melalui serangkaian proses validasi dan pengolahan, dapat didistribusikan ke pengguna akhir secara konsisten, dengan jaminan konsistensi data, kemampuan penelusuran (*traceability*) terhadap setiap aktivitas pengolahan data, serta kepatuhan terhadap jadwal publikasi AIRAC. Output akhir yang akan di distribusikan mencakup berbagai produk informasi aeronautika mulai dari produk elektronik, digital, hingga layanan informasi yang telah memenuhi standar kualitas data aeronautika. Dengan demikian, penguatan fungsi Pusat Informasi Aeronautika sebagai pengelola data aeronautika dapat ditingkatkan dengan memastikan bahwa seluruh proses termasuk distribusi, sudah terintegrasi dengan data yang terpusat.

5. KESIMPULAN

Proses alur bisnis pengelolaan data di Pusat Informasi Aeronautika saat ini masih berorientasi pada paradigma *product-centric* dan berada pada tingkatan otomatisasi Level 0 (Manual), dimana data aeronautika dikelola dalam masing-masing produk informasi aeronautika berdasarkan format dan kebutuhan produk, tanpa adanya sistem integrasi yang berpusat pada data (*data-centric*) dalam suatu database. Kondisi ini menunjukkan bahwa alur bisnis pada pengelolaan data aeronautika belum sepenuhnya memenuhi standar yang dipersyaratkan dalam kerangka kerja ASBU D-AIM B1/1 di Pusat Informasi Aeronautika. Oleh karena itu, implementasi proses yang berorientasi pada tingkat otomatisasi Level 1 (*Data-centric*) di Pusat Informasi Aeronautika dilakukan melalui pembaruan alur bisnis yang berfokus pada sistem *data-centric* dengan pemanfaatan *validated database* sebagai pusat utama pengelolaan data aeronautika, yang berfungsi menyatukan seluruh proses pengelolaan dalam sistem yang terintegrasi. Pengimplementasian proses *data-centric* ini sebagai bentuk upaya dalam menjaga kualitas data aeronautika serta menyelaraskan sistem pengelolaan data dengan standar internasional yang telah di persyaratkan, khususnya dalam kerangka kerja ASBU D-AIM B1/1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] International Civil Aviation Organization, Doc 9750 - Global Air Navigation Plan. Montreal, Canada: ICAO, 2013. [Online]. Available: www.icao.int
- [2] International Civil Aviation Organization, Annex 15 – Aeronautical Information Services, 16th ed. Montreal, Canada: ICAO, 2018.
- [3] S. Kumar, S. Datta, V. Singh, S. K. Singh, and R. Sharma, "Opportunities and Challenges in Data-Centric AI," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 33173–33189, 2024.
- [4] International Civil Aviation Organization, Doc 8126 – Aeronautical Information Services Manual, 6th ed. Montreal, Canada: ICAO, 2018.
- [5] D. Zha, Z. P. Bhat, K.-H. Lai, F. Yang, Z. Jiang, S. Zhong, and X. Hu, "Data-centric Artificial Intelligence: A Survey," *arXiv preprint arXiv:2303.10158*, 2023. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2303.10158>
- [6] I. Ruwaidah, T. B. Ahmad, N. D. Aryani, and J. Sugiarto, "Otomatisasi Tukar Faktur yang Terintegrasi (Studi Kasus pada RSIJCP)," *Media Riset Bisnis Ekonomi Sains dan Terapan*, vol. 2, no. 4, pp. 1–10, 2024.
- [7] International Civil Aviation Organization, Doc 8126 – Aeronautical Information Services Manual, 6th ed. Montreal, Canada: ICAO, 2018.
- [8] S. Romdona, S. S. Junista, and A. Gunawan, "Teknik Pengumpulan Data: Observasi, Wawancara dan Kuesioner," *JISOSEPOL: Jurnal Ilmu Sosial Ekonomi dan Politik*, vol. 3, no. 1, pp. 39–47, 2025. [Online]. Available: <https://samudrapublisher.com/index.php/JISOSEPOL>
- [9] A. Rivaldi, U. Feriawan, and M. Nur, *Metode Pengumpulan Data Melalui Wawancara*, 2023.
- [10] A. Maulidah, "Analisis Proses Pelaksanaan Pembelajaran Keterampilan Tata Boga Membuat 'Kue Pastry' bagi Warga Belajar Paket C Kelas XI IPS di SPNF SKB Kota Samarinda," *Pepatudzu: Media Pendidikan dan Sosial Kemasyarakatan*, vol. 16, no. 2, p. 72, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35329/fkip.v16i2.1763>
- [11] P. M. Agam and T. Sutabri, "Analisis Standard Operating Procedure (SOP) Manajemen Insiden Menggunakan Framework ITIL V3 dengan Metode Analisis Gap Layanan pada PT Lingkaran Sistem Intelektual," *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 2023.
- [12] AirNav Indonesia, *Prosedur Klasifikasi Publikasi dan Identifikasi Korelasi Data*, 2025.
- [13] AirNav Indonesia, *Prosedur Drafting AIP dan AIC di Pusat Informasi Aeronautika*, 2025.
- [14] AirNav Indonesia, *Prosedur Validasi dan Publikasi AIP dan AIC di Pusat Informasi Aeronautika*, 2025.
- [15] W. Liang, G. A. Tadesse, D. Ho, F. F. Li, M. Zaharia, C. Zhang, and J. Zou, "Advances, challenges and opportunities in creating data for trustworthy AI," *Nature Machine Intelligence*, vol. 4, no. 8, pp. 669–677, 2022, doi: 10.1038/s42256-022-00516-1.
- [16] D. Zha, Z. P. Bhat, K.-H. Lai, F. Yang, Z. Jiang, S. Zhong, and X. Hu, "Data-centric

- Artificial Intelligence: A Survey," arXiv preprint arXiv:2303.10158, 2023. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2303.10158>.
- [17] S. Redyuk, Z. Kaoudi, V. Markl, and S. Schelter, "Automating Data Quality Validation for Dynamic Data Ingestion," 2021.
- [18] International Civil Aviation Organization, Doc 10066 – Procedures for Air Navigation Services: Aeronautical Information Management (PANS-AIM). Montreal, Canada: ICAO, 2018.