

Evaluasi Manajemen *Data Warehouse & Business Intelligence* Menggunakan CMMI Pada *E-Commerce XYZ***Stella Gabriella Apriliani¹, Yova Ruldeviyani²**

stella.gabriella21@ui.ac.id, yova@cs.ui.ac.id

^{1,2}Universitas Indonesia**Informasi Artikel**

Diterima : 25 Mar 2024
Direview : 30 Mar 2024
Disetujui : 8 Apr 2024

Kata Kunci

business intelligence (BI), capability maturity model integration (CMMI), data management body of knowledge (DMBOK), data warehouse (DW), e-commerce

Abstrak

PT. XYZ, perusahaan *e-commerce* Indonesia, mengalami tantangan dalam mengintegrasikan data dari berbagai sumber ke dalam data warehouse, termasuk masalah duplikasi data yang menghabiskan banyak waktu dan usaha untuk mencapai data berkualitas. Hal ini berdampak pada lama waktu penyajian laporan ke Dewan Direksi yang bisa mencapai satu bulan tanpa hambatan berarti. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan manajemen *data warehouse* dan *business intelligence (DW-BI)* dengan harapan menciptakan *single source of truth* yang efektif untuk kebutuhan manajemen pada tahun 2022. Menggunakan metode *Capability Maturity Model Integration (CMMI)* dan rekomendasi berbasis DAMA-DMBOK, penelitian ini berambisi mengangkat *maturity level DW-BI e-commerce XYZ* ke level 3. Hasilnya, tiga sub-aktivitas berada pada level 2 sementara empat lainnya telah mencapai level 3. Dengan rekomendasi yang ditargetkan pada sub-aktivitas level 2, penelitian ini berusaha mengatasi permasalahan integrasi data, mengoptimalkan manajemen DW-BI di PT. XYZ.

Keywords

business intelligence (BI), capability maturity model integration (CMMI), data management body of knowledge (DMBOK), data warehouse (DW), e-commerce

Abstract

XYZ, Inc. an Indonesian e-commerce company, experienced challenges in integrating data from various sources into the data warehouse, including data duplication issues that consumed a lot of time and effort to achieve quality data. This had an impact on the length of time it took to present reports to the Board of Directors, which could be up to a month without any significant bottlenecks. This research aims to improve data warehouse management and business intelligence (DW-BI) in the hope of creating an effective single source of truth for management needs by 2022. Using the Capability Maturity Model Integration (CMMI) method and DAMA-DMBOK-based recommendations, this research has the ambition to raise the maturity level of XYZ e-commerce DW-BI to level 3. As a result, three sub-activities are at level 2 while four others have reached level 3. With recommendations targeted at level 2 sub-activities, this research seeks to address data integration issues, optimizing DW-BI management at PT XYZ.

A. Pendahuluan

Saat ini, hampir semua organisasi melakukan analisis data sebagai salah satu cara dalam pengambilan keputusan. *Data warehouse* berfungsi untuk membuat data perusahaan yang tersebar menjadi terintegrasi dan ringkas, sehingga membantu para eksekutif dalam menganalisis data untuk mendapatkan keputusan strategis yang cepat dan akurat[1]. Perangkat lunak *business intelligence* membantu suatu organisasi agar dapat mengetahui informasi tentang pelanggan, pegawai serta performa perihal produk perusahaan[2]. Pemrosesan data, analisa, dan visualisasi data merupakan komponen utama dari *Business Intelligence* (BI)[3]. Penerapan *Data Warehouse* dan *Business Intelligence* (DW-BI) merupakan tahapan dimana suatu organisasi mengelola data sebagai properti atau aset [4].

PT. XYZ merupakan perusahaan *e-commerce* di Indonesia yang sudah beroperasi selama 12 tahun dengan model *Business to Business* (B2B), *Business to Customer* (B2C) dan *Business to Business to Customer* (B2B2C). Dalam menentukan strategi bisnis, *e-commerce* XYZ melakukan analisa data dengan pemanfaatan DW-BI. Data yang diperoleh untuk dikumpulkan ke DW yang berasal dari beberapa sumber masih memiliki pemasalahan dalam hal integrasinya, salah satunya adalah adanya duplikasi data sehingga membutuhkan banyak waktu dan usaha. Untuk memiliki data dengan kualitas baik memerlukan waktu yang cukup lama, terutama untuk pembuatan laporan kepada Dewan Direksi yang membutuhkan kurang lebih satu bulan apabila tidak ada kendala yang signifikan. Sebelum melakukan perbaikan, *E-commerce* XYZ membutuhkan evaluasi terhadap manajemen DW-BI.

Penelitian terkait pengukuran maturity level yang menggunakan CMMI dapat dilihat pada penelitian Musawwer Khan, Islam Ali beserta rekan lainnya[5] yang mengusulkan *ETL Maturity Model* (EMM) dalam sistem DW yang membantu organisasi dalam mencapai sistem ETL berkualitas tinggi. Proses *Extract*, *Transform*, dan *Load* (ETL) sendiri merupakan tulang punggung dari sistem DW dan bertanggung jawab dalam proses integrasi serta pemindahan data dari sistem sumber data ke sistem DW. EMM tersebut sesuai dengan kerangka kerja CMMI. Kedekatan keseluruhan model yang diusulkan dengan kerangka kerja CMMI membuat EMM lebih dapat diandalkan dan berorientasi pada kualitas. CMMI adalah salah satu *tool kit* paling sukses yang digunakan oleh industri perangkat lunak untuk memandu penilaian proses secara efektif sehingga mencapai peningkatan proses yang sesuai dengan tujuan bisnis suatu organisasi [6].

Dalam paper ini, peneliti melakukan evaluasi *maturity level* serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan manajemen DW-BI pada *e-commerce* XYZ yang juga dapat memenuhi rencana pihak manajemen *e-commerce* XYZ di tahun 2022 untuk membuat single source of truth data. Hingga saat ini, *e-commerce* XYZ belum pernah melakukan evaluasi terkait manajemen DW-BI. Rekomendasi dalam penelitian ini diharapkan dapat memperbaiki masalah yang terjadi pada manajemen DW-BI di *e-commerce* XYZ.

Penelitian ini tersusun dari: tinjauan literatur yang memberikan penjelasan dasar teori dari penelitian, metode penelitian, hasil dan pembahasan yang membahas hasil penelitian beserta rekomendasi, dan simpulan yang merangkum penelitian ini.

B. Tinjauan Literatur

E-Commerce

Saat ini *e-commerce* mengacu pada aktivitas transaksi informasi, produk serta jasa menggunakan jaringan komputer. Secara spesifik, *e-commerce* mengacu pada implementasi seluruh proses transaksi komersil, administrasi, logistik dan aktivitas lainnya menggunakan peralatan elektronik berupa komputer, jaringan komunikasi serta teknologi pada standar tertentu. *E-Commerce* dapat dibagi berdasarkan tipe kategori [7], yaitu:

- *Business to business E-Commerce* (B2B)
- *E-Commerce* di antara perusahaan penyedia bisnis dan konsumen (B2C-*Business to Consumer*)
- *E-Commerce* di antara perusahaan penyedia bisnis dan lembaga pemerintahan (B2G-*Business to Government*)
- *E-Commerce* di antara konsumen dan lembaga pemerintahan (C2G-*Consumer to Government*)
- *E-Commerce* di antara konsumen (C2C-*Consumer to Consumer*)
- *E-Commerce* di antara lembaga pemerintahan (G2G-*Government to Government*)

E-commerce memberikan manfaat bagi penjualan tradisional seperti memecahkan batasan geografis, *cost* yang lebih rendah, ketersediaan layanan bagi pelanggan untuk mengakses setiap saat, serta kemudahan pencarian barang dengan mesin pencarian yang disediakan [8]. Penerapan *business intelligence e-commerce* dalam mendorong transformasi digital merupakan suatu cara yang efektif untuk dapat meningkatkan perekonomian seperti kapabilitas pembelian, interaktivitas, dan meningkatkan kepuasan pelanggan [9].

Manajemen Data

Data merupakan sebuah fakta yang ada di dunia ini. Data dapat hadir dalam bentuk video, gambar, rekaman suara, dan dokumen. Dalam Teknologi Informasi (TI), data juga dikenal sebagai informasi yang disimpan dalam bentuk digital [10]. Data selalu erat berkaitan dengan informasi. Informasi sendiri merupakan hasil dari data yang sudah diolah sehingga mudah dimengerti guna peningkatan pengetahuan dari fakta yang tersedia [11]. Informasi merupakan komponen kunci kesuksesan dalam pengambilan keputusan yang berkualitas [12]. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa informasi adalah hasil dari suatu proses pengolahan data yang baik klasifikasi maupun interpretasinya memberikan manfaat bagi penerimanya untuk mengambil suatu keputusan. Kegunaan informasi adalah untuk mengurangi ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan suatu situasi. Data merupakan materi mentah dari informasi, dimana informasi merupakan data yang dilengkapi dengan konteks [10]. Data dan informasi telah melampaui dari sebatas sebuah aset organisasional. Data organisasi dan informasi sekarang telah menjadi *currency* yang signifikan yang tidak hanya digunakan secara harian, namun dipertukarkan dan divaluasi. Nilai diperoleh dari organisasi dalam mengelola data dipengaruhi oleh sebaik apa organisasi dapat menyimpan kualitas data sesuai yang didefinisikan.

Manajemen data adalah sebuah proses bisnis tingkat tinggi. Menurut DMBOK, manajemen data mengandung perencanaan dan pelaksanaan, kebijakan, praktik, proyek, serta aset data dan informasi. Misi dan fungsi manajemen data untuk memenuhi seluruh kebutuhan informasi dari semua pemangku kepentingan dalam perusahaan terkait ketersediaan, keamanan, dan kualitas informasi. Dari setiap aktivitas dalam manajemen data dikelompokkan menjadi *planning, development, control, operation*. Adapun fungsi yang termasuk dalam manajemen data antara lain [13]:

1. Disiplin dalam pembinaan, pelaksanaan, dan pengawasan.
2. Dari rencana ke kebijakan, dari kebijakan ke program, proyek ke proses dan akhirnya prosedur
3. Yang mengatur, melindungi, memproses dan memperkaya
4. Nilai dari suatu data atau informasi

Data warehouse & Business Intelligence Management

Data warehouse dapat membantu suatu organisasi menyediakan informasi yang dapat menjadikan mereka lebih baik dalam melakukan manajemen proses bisnis [2]. *Data warehouse* erat kaitannya dengan *business intelligence management*, dimana merupakan sebuah solusi teknologi pendukung *business intelligence*. Dalam hal ini, DW-BI merupakan runtutan kegiatan pengumpulan, integrasi, dan penyajian data dengan tujuan untuk menganalisa bisnis dan pengambilan keputusan [14].

Pemanfaatan teknologi DW-BI dapat mempermudah dan mempercepat proses integrasi, terutama dengan integrasi level data. Hal ini dikarenakan kemampuan *Data Warehouse* untuk menyajikan laporan dengan lebih cepat dan fleksibel serta penggunaan *Business Intelligence* dapat menghasilkan peningkatan pendapatan bagi perusahaan. *Business Intelligence* berperan dalam mengolah data dengan baik sesuai dengan kebutuhan bisnis perusahaan [15].

Menurut DAMA-DMBOK [14], DW-BI memiliki tujuh aktivitas dalam mengartikulasikan kegiatan yang terlibat pada implementasi praktik manajemen DW-BI. Aktivitas tersebut meliputi :

- *Understand Business Intelligence Information Needs*
Memahami fokus bisnis yang konsisten di sepanjang siklus hidup manajemen DW-BI merupakan langkah awal yang penting untuk meraih kesuksesan organisasi. Untuk menilai dukungan bisnis, ada tiga faktor sebagai penentu keberhasilan yaitu, sponsor bisnis, sasaran dan ruang lingkup bisnis, serta sumber daya bisnis.
- *Define and Maintain the DW-BI Architecture*
Keberhasilan arsitektur manajemen DW-BI memerlukan identifikasi dan penyatuan sejumlah peran utama. Peran yang dimaksud merupakan fungsi utama dari seorang *technical architect, data architect, ETL architect, metadata specialist*, dan *BI application architect*. Dalam mendukung kesuksesan aktivitas ini, terdapat tiga sub-komponen arsitektur yaitu, *Data quality feedback loop, End to-end metadata, End-to-end verifiable data lineage*.
- *Implement Data Warehouses and Data Marts*
Tujuan dari DW adalah mengintegrasikan data dari berbagai sumber dan menyajikan data yang terintegrasi tersebut untuk tujuan BI. Tujuan dari *data mart* adalah untuk menyediakan data untuk dianalisis oleh tim data.

Biasanya data mart digunakan untuk analisa informasi khusus per departemen pada perusahaan. *Data mart* sering menyertakan informasi yang dikumpulkan dan dirangkum untuk mendukung analisis yang lebih cepat.

- *Implement Business Intelligence Tools and User Interfaces*
Mengidentifikasi alat yang sesuai dengan kebutuhan pengguna merupakan bagian dari penerapan alat BI dan antarmuka pengguna (UI) yang tepat. Hampir semua alat BI memiliki *repository metadata* tersendiri untuk mengelola tiap data statistik. Secara umum, alat BI terdiri dari aplikasi kueri dan pelaporan, aplikasi *On Line Analytical Processing* (OLAP), aplikasi analitik, penerapan dashboard dan scorecard, aplikasi performa manajemen, aplikasi penambangan data dan prediksi analitik, serta aplikasi visualisasi dan penemuan tingkat lanjut.
- *Process Data for Business Intelligence*
Bagian terpenting dalam upaya peningkatan manajemen DW-BI adalah persiapan dan pemrosesan data. Beberapa komponen arsitektural dalam bagian ini meliputi area staging, memetakan sumber dan target, serta pembersihan dan transformasi data.
- *Monitor and Tune Data Warehousing Processes*
Dalam mendorong pemantauan manajemen DW-BI, prinsip utama yang dipegang adalah transparansi dan visibilitas. Teknik pengaturan basis data harus digunakan sesuai kebutuhan. Saat memantau pemrosesan *data warehouse* alangkah lebih baik jika terdapat pesan peringatan.
- *Monitor and Tune BI Activity and Performance*
Mendefinisikan dan menampilkan metrik kepuasan pelanggan merupakan salah satu praktik terbaik dalam pemantauan dan pengaturan BI. Aktivitas *tuning* BI dianalogikan dengan prinsip pembuatan profil aplikasi untuk mengetahui dimana hambatannya dan dimana harus menerapkan upaya pengoptimalan.

Maturity Model

Maturity model sendiri memiliki beberapa tingkatan atau tahapan dalam menilai perkembangan suatu objek/organisasi atau proses [16]. Dalam setiap tingkatan terdapat kriteria atau karakteristik yang menjadi skala pengukuran posisi kematangan objek. Pengukuran maturity level dapat dilakukan dengan metode wawancara ataupun kuesioner untuk dapat mengetahui karakteristik atau kondisi yang sedang terjadi, yang kemudian dianalisa untuk mengidentifikasi keberadaan *maturity level*, serta diberikan rekomendasi untuk meningkatkan bagian-bagian yang masih perlu ditingkatkan, sehingga memungkinkan organisasi dapat mencapai maturity level yang lebih baik [17]. Tabel 1 menampilkan perbandingan *maturity level* pada beberapa model [18].

Tabel 1. Perbandingan Maturity Level Pada Beberapa Model

Maturity Level	CMM	CMMI	Dataflux	Oracle
<i>Level 1</i>	<i>Initial</i>	<i>Initiate</i>	<i>Initial</i>	<i>Marginal</i>
<i>Level 2</i>	<i>Repeatable</i>	<i>Managed</i>	<i>Reactive</i>	<i>Stable</i>
<i>Level 3</i>	<i>Defined</i>	<i>Defined</i>	<i>Managed</i>	<i>Best Practice</i>

Level 4	Managed	Quantitatively Managed	Practice	Transformational
Level 5	Optimizing	Optimizing	Strategic Performance	-

Penelitian ini menggunakan CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) sebagai metode pengukuran *maturity level*. Berdasarkan review yang digunakan oleh Ignacio Marcovecchio dalam penelitiannya *Capability Maturity Models Towards Improved Quality of Data Sustainable Development Goals Indicators*, CMMI memiliki keunggulan dibandingkan dengan model lain, memiliki fitur kelembagaan yaitu komitmen, kemampuan untuk melakukan sesuatu, analisis, pengukuran dan verifikasi pelaksanaan; dan memiliki "roadmap" untuk perbaikan lebih lanjut[19].

Capability Maturity Model & CMMI

Setelah peluncuran *Capability Maturity Model* (CMM) yang dilaksanakan dua puluh tahun lalu, cukup banyak peneliti serta praktisi yang mengajukan *maturity model*. CMM menyediakan kerangka kerja untuk mengatur langkah evolusi yang dibagi menjadi lima *maturity level*, yaitu *Initial*, *Repeatable*, *Defined*, *Managed*, dan *Optimizing* yang dapat dijadikan dasar untuk perbaikan proses. CMM masih memiliki kekurangan yakni dalam hal integrasi serta standarisasi yang menyebabkan konflik maupun kebingungan dalam proses penilaian *maturity level* [20]. CMMI memungkinkan pendekatan bertahap atau berkelanjutan, serta memberi fleksibilitas kepada pengguna dalam menerapkan model kematangan proses, hal tersebut menjadi perbedaan utama antara CMM dan CMMI. Kerangka CMMI yang lebih baru juga mulai mendukung disiplin ilmu lain di luar *Software Engineering* [21]. CMMI memiliki 5 *maturity level*, semakin tinggi *level*nya, semakin besar kematangannya. *Maturity level* pertama menunjukkan bahwa proses dikelola secara *ad-hoc*. Pada *maturity level* 2, proses dapat diulang. *Maturity level* 3 mengacu pada proses yang standar di seluruh organisasi, yang menunjukkan bahwa organisasi sedang proaktif. Pada *maturity level* 4, proses dikelola secara kuantitatif. *Maturity level* 5 menunjukkan bahwa proses dioptimalkan dan terus ditingkatkan [22].

Data dikumpulkan dengan proses wawancara terhadap narasumber yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman terhadap topik penelitian yang dijalankan. Data tersebut kemudian dipetakan ke dalam kondisi *maturity level*. Adapun deskripsi kriteria *maturity level* dari CMMI dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Kriteria Maturity Level CMMI

Level	Maturity Level	Kriteria
Level 1	Initial	Proses dan aktivitas belum terdefinisi dengan jelas. Proses dan aktivitas bersifat <i>ad hoc</i> dan <i>chaotic</i> .
Level 2	Managed	Proses dan aktivitas sudah terdefinisi dengan jelas. Belum ada prosedur atau peraturan yang jelas dalam menjalankan aktivitas.
Level 3	Defined	Proses dan aktivitas sudah terdefinisi dengan jelas. Prosedur atau peraturan sudah ada. Aktivitas sudah dijalankan sesuai dengan prosedur atau peraturan. Belum ada kontrol yang jelas.
Level 4	Quantitatively Managed	Proses dan aktivitas sudah terdefinisi dengan jelas. Prosedur atau peraturan sudah ada dan aktivitas sudah

Level 5	Optimizing	dijalankan sesuai dengan prosedur atau peraturan. Sudah ada kontrol yang jelas untuk setiap aktivitas. Sudah ada Teknik Kuantitatif dan Statistik yang digunakan untuk menganalisa <i>performance</i> dari manajemen data. Manajemen data sudah berjalan dengan baik dan selalu ditingkatkan berdasarkan pengukuran dari <i>maturity level</i> ke 4.
---------	------------	--

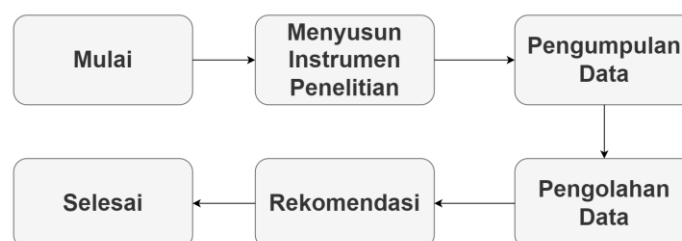
Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil studi literatur, penelitian tentang pengukuran *maturity level* pada manajemen data sudah cukup banyak dilakukan. Gastaldi melakukan pengukuran *maturity level* BI pada organisasi layanan kesehatan yang sangat berdampak pada penawaran layanan kesehatan kepada pelanggan. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah pengembangan model kematangan BI dan kuesioner penilaian relatif, yang spesifik untuk industri kesehatan, dan memungkinkan untuk secara efektif mengatasi masalah mendesak yang terkait dengan solusi BI di dalamnya [23].

Penelitian yang menggunakan pengukuran CMMI juga pernah dilakukan oleh Rabiah Al Adawiah dan Yova Ruldeviyani pada Lembaga Keuangan XYZ yang dilatarbelakangi oleh kehilangan data akibat kegagalan *hard disk* yang mengganggu proses bisnis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur *maturity level* manajemen operasional data pada Lembaga Keuangan XYZ dengan menggunakan CMMI dan DMBOK. Penelitian tersebut sudah menghasilkan rekomendasi pada dua belas sub-aktivitas yang belum sesuai dengan harapan yang akan digunakan untuk perbaikan manajemen operasional data pada Lembaga Keuangan XYZ [24]. Musawwer Khan, Islam Ali beserta rekan lainnya [5] juga melakukan penelitian yang mengusulkan *ETL Maturity Model* (EMM) dalam sistem DW yang membantu organisasi dalam mencapai sistem ETL berkualitas tinggi. Proses *Extract, Transform, dan Load* (ETL) sendiri merupakan tulang punggung dari sistem DW dan bertanggung jawab dalam proses integrasi serta pemindahan data dari sistem sumber data ke sistem DW. EMM tersebut sesuai dengan kerangka kerja CMMI. Kedekatan keseluruhan model yang diusulkan dengan kerangka kerja CMMI membuat EMM lebih dapat diandalkan dan berorientasi pada kualitas. Penelitian sebelumnya telah mencatat hubungan positif antara CMMI dengan kinerja organisasi [25], serta manfaat yang diantisipasi dari penerapan CMMI v2.0 pada industri kedirgantaraan [26].

C. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri beberapa rangkaian tahapan yang dapat terlihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan menyusun instrumen penelitian yang terdiri dari beberapa pertanyaan wawancara terkait manajemen DW-BI pada *e-commerce XYZ* pada TABEL 3. Kemudian melakukan pengumpulan data dengan metode kualitatif dalam proses wawancara. Setelah data terkumpul, data tersebut dianalisa dan dipetakan ke dalam kriteria *maturity level* pada CMMI. (TABEL 2). Setelah itu, peneliti memberikan rekomendasi terkait aktivitas pada manajemen DW-BI pada *e-commerce XYZ* yang secara *level*, masih belum memenuhi ekspektasi perusahaan.

Menyusun Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian menggunakan seluruh aktivitas yang ada pada fungsi DW-BI *Management DMBOK* dan disusun menjadi daftar pertanyaan wawancara pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Pertanyaan Wawancara

No.	Aktivitas	Pertanyaan
1.	<i>Understand Business Intelligence Information Needs</i>	<i>Business Sponsorship</i> : Apakah ada support yang sesuai yang diberikan oleh perusahaan terkait DW-BI? <i>Business Goals and Scope</i> : Apakah ada kebutuhan, tujuan, dan ruang lingkup bisnis yang teridentifikasi dengan jelas dalam pemrosesan data? <i>Business Resources</i> : Apakah ada komitmen dari manajemen terhadap ketersediaan dan keterlibatan <i>expert</i> yang sesuai?
2.	<i>Define and Maintain the DW-BI Architecture</i>	<i>Data quality feedback loop</i> : Seberapa mudah integrasi yang diperlukan ke dalam sistem apabila terjadi perubahan? <i>End to-end metadata</i> : Apakah ada transparansi dan ketersediaan makna dan konteks yang dirancang di seluruh arsitektur? Apakah arsitektur dan desain dapat menjawab pertanyaan terkait "Apa arti laporan ini, elemen data ini, metrik ini, dll.?" <i>End-to-end verifiable data lineage</i> : Apakah informasi data dapat di track dan teridentifikasi dengan jelas?
3.	<i>Implement Data Warehouses and Data Marts</i>	Apakah implementasi integrasi dari <i>data warehouse</i> dengan <i>data mart</i> pada perusahaan Anda sudah ideal? Bagaimana penilaian Anda?
4.	<i>Implement Business Intelligence Tools and User Interfaces</i>	Apakah <i>BI tools</i> (baik pemrosesan <i>data-query</i> maupun <i>dashboard/reporting tools</i>) yang digunakan sudah menjawab kebutuhan perusahaan dan dapat dengan mudah digunakan oleh semua <i>user</i> ?
5.	<i>Process Data for Business Intelligence</i>	Apakah pemetaan data <i>source to target</i> saat pemindahan data dari satu sistem ke sistem lain sudah menjadi satu set instruksi / mekanisme yang jelas? Bagaimana penilaian Anda terkait <i>cleansing data</i> yang dilakukan pada perusahaan Anda, terutama sebelum masuk ke <i>data warehouse</i> ?
6.	<i>Monitor and Tune Data Warehousing Processes</i>	Bagaimana pemantauan dan pemeliharaan proses <i>data warehouse</i> pada perusahaan Anda? Jelaskan penilaian Anda <i>including partitioning, archiving, tuned backup and recovery strategies</i>

7.	<i>Monitor and Tune BI Activity and Performance</i>	Bagaimana tingkat kepuasan Anda terkait pemakaian tools pemrosesan data? <i>Average query response time</i> Apakah sudah ada report terkait data statistik penggunaan BI tools? Apa hambatan yang Anda hadapi dan bagian mana yang harus dioptimalkan?
----	---	--

Pengumpulan Data

Metode yang digunakan adalah kualitatif, sehingga untuk mengumpulkan data dibutuhkan wawancara. Wawancara dilakukan dengan 5 orang narasumber, dimana terdiri dari 3 orang sebagai *data analyst* utama perusahaan dan 2 orang sebagai *growth marketing analyst*. *Data analyst* utama bertanggung jawab atas pengelolaan DW-BI keseluruhan perusahaan, *growth marketing analyst* bertanggung jawab atas pengelolaan data growth marketing. Wawancara dilakukan dengan komunikasi langsung secara daring menggunakan aplikasi.

Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari hasil wawancara akan dianalisa dan dipetakan ke dalam *maturity level* sesuai kriteria CMMI (Tabel 2). Hasil wawancara yang dilakukan kemudian dianalisa dengan menggunakan Microsoft Excel untuk membuat diagram radar *maturity level*. Selanjutnya data hasil wawancara divalidasi oleh *Data Analyst Manager*.

Penyusunan Rekomendasi

Rekomendasi disusun untuk beberapa hasil *maturity level* melihat gap antara ekspektasi para manajemen dengan kondisi saat ini. Rekomendasi dibuat dengan acuan DAMA-DMBOK. Rekomendasi diharapkan dapat meningkatkan manajemen DW-BI *e-commerce XYZ*.

D. Hasil dan Pembahasan

Hasil

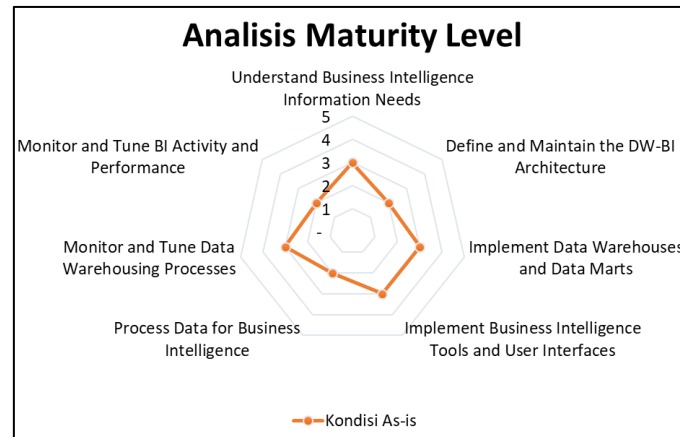
Wawancara dilakukan terhadap lima narasumber secara terpisah agar validitas terjaga. Data hasil wawancara terkait proses DW-BI di *e-commerce XYZ* sudah tervalidasi oleh Data Analyst Manager. Hal tersebut sudah menjelaskan bahwa hasil wawancara yang mendalam sudah merepresentasikan gambaran tentang proses DW-BI dan menilai *maturity level* khususnya untuk DW-BI di *e-commerce XYZ*. Berdasarkan hasil analisis kualitatif, *Maturity level* untuk DW-BI *management* di *e-commerce XYZ* dapat dipetakan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Pemetaan Maturity Level pada DW-BI

No.	Aktivitas	Hasil Level
1.	<i>Understand Business Intelligence Information Needs</i>	<i>Level 3 - Defined</i>
2.	<i>Define and Maintain the DW-BI Architecture</i>	<i>Level 2 - Managed</i>
3.	<i>Implement Data Warehouses and Data Marts</i>	<i>Level 3 - Defined</i>
4.	<i>Implement Business Intelligence Tools and User Interfaces</i>	<i>Level 3 - Defined</i>
5.	<i>Process Data for Business Intelligence</i>	<i>Level 2 - Managed</i>

6.	<i>Monitor and Tune Data Warehousing Processes</i>	<i>Level 3 - Defined</i>
7.	<i>Monitor and Tune BI Activity and Performance</i>	<i>Level 2 - Managed</i>

Ilustrasi untuk *maturity level* untuk DW-BI *management* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Maturity Level DW-BI e-commerce XYZ

Berikut adalah penjabaran hasil wawancara untuk memetakan *maturity level* manajemen DW-BI di *e-commerce* XYZ, sebagai berikut: (setiap permasalahan sudah diberikan kode untuk diberikan rekomendasi)

- **Understand Business Intelligence Information Needs**

Sejauh ini, perusahaan sudah memiliki SOP untuk *support* proses DW-BI pada *e-commerce* XYZ dan juga infrastruktur, disisi lain, masih dibutuhkan tambahan *support* untuk penyetaraan skill dalam memproses *query*. Terkait *business goals* dan *scope*, untuk kebutuhan, tujuan dan ruang lingkupnya dalam memproses data sudah jelas. *Business resources*: kebutuhan *resource* sudah terpenuhi pada bagian Tableau, namun untuk Google BigQuery dan juga Google Data Studio masih kurang responsif.

- **Define and Maintain the DW-BI Architecture**

Terkait data *quality feedback loop*: Menurut narasumber, masih ada kontrol yang belum jelas terkait adanya perubahan data integrasi dari *End to-end microservice* ke *data warehouse*, sehingga masih bergantung dengan info yang didapatkan dari data analyst per masing-masing bagian pada saat rapat.[P1] metadata: masih belum ada ketersediaan makna atau konteks atau metadata untuk data yang sudah ada pada data warehouse[P2], hal tersebut masih menjadi kendala terbesar dalam *e-commerce* XYZ, namun sudah menjadi fokus untuk tahun 2023. *End to-end verifiable data lineage* : sejauh ini sudah ada prosedur yang jelas yang dilakukan oleh *data engineer*.

- **Implement Data Warehouses and Data Marts**

Sudah ada prosedur dan peraturan yang mengatur bagian ini, tiap tim / departemen sudah ada source untuk menyimpan *datamart*-nya masing-masing. Namun masih ada tabel yang tumpuk, dikarenakan metadata

yang belum terdefinisi dengan baik. (*permission* untuk akses sudah ada yang atur, namun untuk isi dari *datamart*-nya belum)

- **Implement Business Intelligence Tools and User Interfaces**

Tools yang digunakan sudah menjawab kebutuhan perusahaan dan dapat digunakan dengan baik, namun mudah atau tidaknya dari pemakaian *BI tools* sifatnya subjektif, tergantung dari jam terbang masing-masing *user*, kembali lagi ke *knowledge gap*, sehingga masih dibutuhkan juga *expert* untuk membagikan *knowledge* ke masing-masing *user* di departemen.

- **Process Data for Business Intelligence**

Untuk *source to target mapping* sudah memiliki SOP dan kontrol yang jelas, dibantu oleh *data engineer*, sehingga sudah ada *transformation rules* untuk melakukan translasi definisi data yang ada di sistem awal agar sesuai dengan data pada *data warehouse e-commerce XYZ*. Namun, terkait *cleansing data* masih kurang, karena ini berkaitan dengan kualitas data.[P3] Pada *e-commerce XYZ*, *data analyst* familiar dengan kualitas data, namun yang memindahkan data tersebut ke *data warehouse* adalah *data engineer*, namun *data engineer* lebih terbatas terkait pengetahuan kualitas data dan sisi bisnisnya.

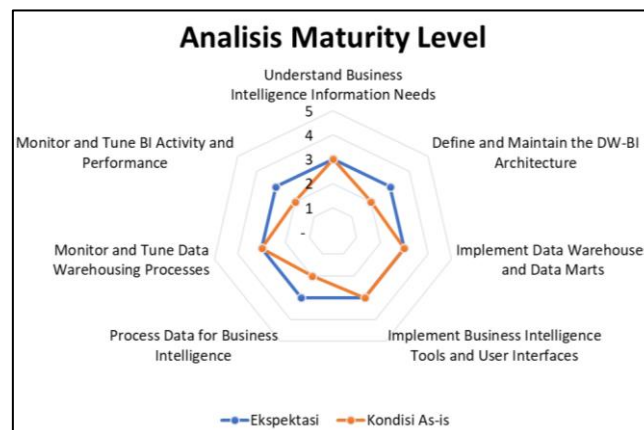
- **Monitor and Tune Data Warehousing Processes**

Tim *data engineer* sudah memantau kondisi dan aktivitas *data warehouse*, begitu juga dengan *partitioning*, sehingga sudah ada prosedur yang cukup jelas.

- **Monitor and Tune BI Activity and Performance**

Average query response time: masih ada beberapa waktu tertentu yang memiliki *workload* yang banyak sehingga memakan *resource* yang cukup banyak pada *data warehouse* dan berdampak pada performa *BI tools*, sehingga proses *query* jadi lebih lama, dapat disimpulkan masih adanya ketidakonsistenan terkait *average query response time*. [P4]

Hasil pemetaan *maturity level* untuk DW-BI Management di *e-commerce XYZ* menunjukkan bahwa ada tiga sub-aktivitas yang berada pada *maturity level* 2 dan ada empat sub-aktivitas yang berada pada *maturity level* 3. Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber, target level CMMI (ekspektasi) adalah level 3. Adapun gap antara kondisi as-is dan kondisi ekspektasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Gap antara *as-is conditions* dan *expected condition*

Rekomendasi

Untuk dapat mencapai kondisi yang diekspektasikan, perlu adanya perbaikan terhadap tiga sub-aktivitas pada DW-BI Management di e-commerce XYZ. Oleh karena itu, penelitian ini juga menyusun rekomendasi untuk dapat meningkatkan *maturity level* sesuai dengan kondisi yang diharapkan.

- ***Define and Maintain the DW-BI Architecture***

Rekomendasi yang dapat diberikan terkait sub-aktivitas ini adalah diperlukan identifikasi tugas dan integrasi atau penyatuan beberapa fungsi utama dari arsitek teknis, data dan ETL, *meta data specialist*, *design lead* aplikasi BI, server, basis data, keamanan dan retensi data, serta beberapa tools untuk proses ETL, kualitas data, metadata, aplikasi BI, pengelolaan dan pemantauan laporan, penjadwalan dan juga untuk menangani kesalahan proses.[P1] Setelah dilakukan observasi lebih mendalam terkait kondisi manajemen DW-BI pada e-commerce XYZ, masih belum ada tugas atau fungsi yang jelas untuk masing-masing peran, karena tugas data analyst mencakup semua pekerjaan dari data sudah terintegrasi sampai dengan menjadi sebuah laporan, sehingga ada beberapa pekerjaan yang terbengkalai, salah satu contohnya adalah metadata yang masih belum tersedia lengkap.[P2] Hal tersebut menjadi fokus utama e-commerce XYZ sekarang ini, diperlukan peran/jabatan tersendiri, seperti metadata specialist yang dapat melengkapi dokumentasi dari metadata pada DW-BI e-commerce XYZ. Tidak hanya melengkapi, melainkan juga melakukan update apabila ada perubahan atau pembaharuan definisi pada metadata. Dalam hal ruang lingkup dari data yang baru integrasi/update, diperlukan sistem yang dapat melakukan *automation process* dan mekanisme komunikasi yang jelas apabila ada *update* dari masing-masing tim, sehingga apabila terjadi perubahan dapat di *track* secara *real-time*, serta dapat mengantisipasi ataupun mitigasi issue yang akan terjadi pada DW-BI. Fungsi penjadwalan tidak hanya berlaku untuk integrasi baru, melainkan juga penjadwalan untuk *update*, terutama rilis perangkat lunak yang baru, sehingga semua dapat termonitor dengan jelas. Fungsi kualitas data juga sangat diperlukan untuk melihat validitas data yang tersedia pada data warehouse. Dengan adanya deskripsi yang jelas untuk masing-masing peran, sangat membantu proses pengelolaan arsitektur DW-BI.

- ***Process Data for Business Intelligence***

Merujuk hasil assessment yang dilakukan, perusahaan saat ini berada pada *level 2*. Dalam sub-aktivitas ini ada 3 hal penting yang harus diperhatikan, diantaranya *staging area*, pemetaan sumber data ke sasaran, serta pembersihan dan transformasi data.[P3] *Staging area* sendiri merupakan penyimpanan data perantara antara sumber data asli dan penyimpanan data terpusat. Area tersebut mencakup proses pembersihan, transformasi, rekonsiliasi. Diperlukan arsitektur tingkat lanjut dalam pemrosesannya dengan cara yang terdefinisi dengan baik dan progresif, serta perlunya mekanisme pembagian pekerjaan yang jelas untuk mengurangi kompleksitas keseluruhan, dan membuat proses *debug* menjadi lebih sederhana. E-commerce XYZ juga perlu menerapkan mekanisme *change-capture* data untuk mengurangi volume data yang dikirimkan. Manfaat dari penerapan

mekanisme tersebut, diantaranya dapat meningkatkan kinerja pada sistem sumber data dengan mengizinkan riwayat penyimpanan yang terbatas, mendukung pengambilan data lengkap secara proaktif, sehingga memenuhi kebutuhan di masa depan, meminimalkan dampak waktu dan kinerja pada sistem sumber data dengan memiliki satu ekstrak, serta pembuatan penyimpanan data secara proaktif yang tidak terpaku pada batasan sistem transaksional. *E-commerce XYZ* juga perlu menggunakan komponen subsequent design untuk memfilter data yang hanya diperlukan sesuai dengan prioritas bisnis, dan perlu melakukan iteratif, progresif, penyesuaian, dan normalisasi data. Setelah observasi lebih dalam, *e-commerce XYZ* juga memerlukan mekanisme komunikasi yang jelas dan berkala antara tim data analyst dengan *data engineer* dalam melakukan cleansing data, dikarenakan perlunya hubungan sinergis terutama dalam hal pengetahuan sisi bisnis dari penggunaan data, yang di tangani oleh tim data analyst, sementara tim data engineer sebagai tim eksekusi dari cleansing data, sehingga ke depannya, tidak ada proses cleansing data yang terlewat dan dapat tepat dan sesuai dengan penggunaan data pada sisi bisnis. Pemetaan sumber ke target adalah aktivitas dokumentasi yang menentukan detail tipe data dan aturan transformasi untuk semua entitas dan elemen data yang diperlukan, dan dari masing-masing sumber ke setiap target. Bagian tersulit dari setiap upaya pemetaan adalah menentukan hubungan yang valid antara elemen data dalam beberapa sistem yang setara. Taksonomi yang solid diperlukan untuk mencocokkan elemen data dalam sistem yang berbeda ke dalam struktur yang konsisten di *enterprise data warehouse*. Perlu adanya evaluasi berkelanjutan terkait aktivitas pembersihan data, melalui definisi KPI (*key performance indicator*) yang jelas untuk tiap peran data analyst *e-commerce XYZ*.

- ***Monitor and Tune BI Activity and Performance***

Berdasarkan hasil *assessment* yang menyatakan perusahaan saat ini berada pada *level 2*, maka perlu dilakukan peningkatan terkait *Monitor and Tune Business Intelligence Activity and Performance*. Rekomendasi yang diberikan adalah perlu adanya analisa terkait metrik yang berhubungan dengan kepuasan pengguna, diantaranya *average query respons time*, jumlah pengguna harian/mingguan dan bulanan.[P4] Cara lainnya adalah dengan melakukan survei tingkat kepuasan pengguna DW-BI pada *e-commerce XYZ* secara berkala. Aktivitas *Tuning BI* dianalogikan dengan prinsip aplikasi profiling untuk mengetahui di mana letak hambatan dan hal-hal apa saja yang harus di optimalkan. Sehingga outputnya berupa data statistik yang dapat ditinjau secara rutin ke depannya. Hasil observerasi lebih dalam, terdapat ketidak-konsistenan dari *average query response time*, dimana pada saat melakukan *query* pada Google Big Query, masih membutuhkan waktu yang cukup lama, dikarenakan tingkat penggunaan yang tinggi di jam-jam tertentu. Hal tersebut masih memerlukan pemantauan dari sisi efisiensi *query* yang dijalankan yang dapat dilakukan dengan *sharing knowledge* terkait efisiensi *query*, serta *e-commerce XYZ* juga diharapkan mengatur persebaran *timeline daily update dashboard*, sehingga tidak memerlukan

memori yang besar saat menjalankan *query*, mempercepat *average query response time* dan *workload* dari *tools* BI tidak terpaku di satu waktu.

E. Simpulan

Penelitian ini melakukan evaluasi *maturity level* pada manajemen DW-BI menggunakan CMMI dan menyusun rekomendasi berdasarkan DMBOK di *e-commerce XYZ*. Ekspektasi *maturity level* DW-BI *e-commerce XYZ* ada pada level 3. Hasil menunjukkan bahwa masih ada beberapa sub-aktivitas yang berada pada *maturity level* 2, diantaranya adalah *define and maintain the DW-BI architecture, process data for business intelligence, monitor and tune business intelligence activity and performance*. Beberapa rekomendasi yang diberikan adalah perlu adanya identifikasi tugas dan integrasi atau penyatuan beberapa fungsi utama untuk memastikan arsitektur DW-BI sudah sempurna. Perlu penerapan mekanisme *change-capture* data untuk mengurangi volume data yang dikirimkan dari sumber data ke target pada staging area, penggunaan komponen *subsequent design* untuk memfilter data yang hanya diperlukan sesuai dengan prioritas bisnis, serta definisi key performance indicator yang jelas dalam pembersihan data berkala. *E-commerce XYZ* juga diharapkan dapat menganalisa kembali beberapa metrik kepuasan pengguna BI *tools*, melakukan survei tingkat kepuasan pengguna sehingga menghasilkan data statistik yang dapat ditinjau rutin ke depannya.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembelajaran untuk mengetahui bagian yang masih memerlukan perbaikan. Rekomendasi yang sudah diberikan diharapkan menjadi solusi yang dapat meningkatkan *maturity level* dari manajemen DW-BI, sehingga dapat diperoleh data yang berkualitas baik yang juga dapat memenuhi rencana pihak manajemen *E-commerce XYZ* di tahun 2022 untuk membuat *single source of truth data*.

F. Referensi

- [1] M. Qusyairi, M. Sudarma, and A. Dharma, "DESIGNING DATA WAREHOUSE MODEL USING BENEFIT COST RATIO ANALYSIS METHOD (CASE STUDY IN PT. ADVANCE)," *Системи керування та комп'ютери*, 2021, doi: 10.15407/csc.2021.02.084.
- [2] R. Abraham, J. Schneider, and J. Brocke, "International Journal of Information Management Data governance : A conceptual framework , structured review , and research agenda," *Int J Inf Manage*, vol. 49, no. January, 2019.
- [3] V. Naneva and K. Stefanova, "Optimization techniques for business intelligence reports," in *AIP Conference Proceedings*, 2021. doi: 10.1063/5.0042199.
- [4] S. Halim, I. Mubarakah, and A. N. Hidayanto, "Rank Critical Success Factors (CSFs) of Data Warehouse and Business Intelligence (DW/BI) Implementation in Banking Sector Using Analytical Hierarchy Process (AHP)," in *Proceedings - 2nd International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber, and Information System, ICIMCIS 2020*, 2020. doi: 10.1109/ICIMCIS51567.2020.9354331.

-
- [5] M. Khan *et al.*, "ETL Maturity Model for Data Warehouse Systems: A CMMI Compliant Framework," *Computers, Materials and Continua*, vol. 74, no. 2, 2023, doi: 10.32604/cmc.2023.027387.
 - [6] T. Thomas, P. G. Saleeshya, and M. Suresh, "Assessment of CMMI level of manufacturing industry using fuzzy logic approach: a case study," *Journal of Modelling in Management*, vol. 17, no. 4, 2022, doi: 10.1108/JM2-09-2020-0229.
 - [7] A. Kaya and Ö. Aydin, "E-commerce in Turkey and sap integrated e-commerce system," *International Journal of eBusiness and eGovernment Studies*, vol. 11, no. 2, 2019, doi: 10.34111/ijebe.20191128.
 - [8] S. Sanyala and M. W. Hisamb, "Factors Affecting Customer Satisfaction with Ecommerce Websites - An Omani Perspective," in *Proceeding of 2019 International Conference on Digitization: Landscaping Artificial Intelligence, ICD 2019*, 2019, doi: 10.1109/ICD47981.2019.9105780.
 - [9] C. L. Pan, X. Bai, F. Li, D. Zhang, H. Chen, and Q. Lai, "How Business Intelligence Enables E-commerce: Breaking the Traditional E-commerce Mode and Driving the Transformation of Digital Economy," in *Proceedings - 2nd International Conference on E-Commerce and Internet Technology, ECIT 2021*, 2021, doi: 10.1109/ECIT52743.2021.00013.
 - [10] Y. Setiadi, A. N. Hidayanto, F. Rachmawati, and A. Y. L. Yohannes, "Data Quality Management Maturity Model : A Case Study in Higher Education's Human Resource Department," in *7th International Conference on Computing, Engineering and Design, ICCED 2021*, 2021, doi: 10.1109/ICCED53389.2021.9664881.
 - [11] D. Agustina, F. N. Pramadista, and T. F. Regyna, "Sistem Manajemen Keamanan Informasi," *Syria Studies*, vol. 7, no. 1, 2015.
 - [12] V. K. Goar and N. S. Yadav, "Business Decision Making by Big Data Analytics," *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 10, no. 5, 2022, doi: 10.17762/ijritcc.v10i5.5550.
 - [13] R. I. Permana and J. S. Suroso, "Data Governance Maturity Assessment at PT. XYZ. Case Study: Data Management Division," in *Proceedings of 2018 International Conference on Information Management and Technology, ICIMTech 2018*, 2018, doi: 10.1109/ICIMTech.2018.8528142.
 - [14] M. Mosley, M. Brackett, S. Earley, and D. Henderson, *DAMA-DMBOK: Guide*. 2009.
 - [15] P. P. Ramadhani, S. Hadi, and R. Rosadi, "Implementation of Data Warehouse in Making Business Intelligence Dashboard Development Using PostgreSQL Database and Kimball Lifecycle Method," in *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics, ICAIBDA 2021*, 2021, doi: 10.1109/ICAIBDA53487.2021.9689697.
 - [16] R. P. Brahmantara, D. Y. Hutapea, and Y. Ruldeviyani, "Evaluation on Data Operations Management using CMMI and DMBOK: BDPJN Case Study," in *2021 9th International Conference on Cyber and IT Service Management, CITSM 2021*, 2021, doi: 10.1109/CITSM52892.2021.9588888.
 - [17] J. Becker, R. Knackstedt, and J. Pöppelbuß, "Developing Maturity Models for IT Management," *Business & Information Systems Engineering*, vol. 1, no. 3, 2009, doi: 10.1007/s12599-009-0044-5.

-
- [18] M. Spruit and K. Pietzka, "MD3M: The master data management maturity model," *Comput Human Behav*, vol. 51, 2015, doi: 10.1016/j.chb.2014.09.030.
- [19] I. A. Arin, "Implementasi CMMI dalam Sebuah Organisasi Pengembang Software untuk Mencapai Return on Investment (ROI) yang Diinginkan," *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, vol. 3, no. 1, 2012, doi: 10.21512/comtech.v3i1.2420.
- [20] M. C. Paulk, B. Curtis, M. B. Chrissis, and C. V. Weber, "Capability maturity model, version 1.1," in *Software Process Improvement*, 2011. doi: 10.1109/9781118156667.ch2.
- [21] J. Cusick, "A Survey of Maturity Models from Nolon to DevOps and Their Applications in Process Improvement," 2020.
- [22] S. Sreenivasan and K. Kothandaraman, "Improving processes by aligning Capability Maturity Model Integration and the Scaled Agile Framework®," *Global Business and Organizational Excellence*, vol. 38, no. 6, 2019, doi: 10.1002/joe.21966.
- [23] L. Gastaldi *et al.*, "Measuring the maturity of business intelligence in healthcare: Supporting the development of a roadmap toward precision medicine within ISMETT hospital," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 128, 2018, doi: 10.1016/j.techfore.2017.10.023.
- [24] R. Al Adawiyah and Y. Ruldeviyani, "EVALUASI MATURITY LEVEL PADA DATA OPERATIONS MANAGEMENT MENGGUNAKAN CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION (CMMI): STUDI KASUS LEMBAGA PENELAAH TRANSAKSI KEUANGAN," *Masyarakat Telematika Dan Informasi: Jurnal Penelitian Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 11, no. 1, 2020, doi: 10.17933/mti.v11i1.168.
- [25] E. Agenjo, N. Martín-Cruz, C. Ruiz-Martin, and A. López-Paredes, "Does CMMI Implementation affect the Performance of the Firm? An Evaluation from a Dynamic Capabilities Approach," *International Journal of Production Management and Engineering*, vol. 6, no. 2, 2018, doi: 10.4995/ijpme.2018.8617.
- [26] P. B. Wood and D. Vickers, "Anticipated impact of the capability maturity model integration (CMMI®) V2.0 on aerospace systems safety and security," in *IEEE Aerospace Conference Proceedings*, 2018. doi: 10.1109/AERO.2018.8396579.