

Evaluating and Implementing Business Model Based on BPEL Structure: A Systematic Literature Review

Nenden Eva Meilani Herlina¹, Sayyid Taufiq Abdulhafizh², Ihfan Aditya Ghafur³, dan Rohmat Saedudin⁴

¹ Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Indonesia

² Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Indonesia

³ Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Indonesia

⁴ Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Indonesia

Abstrak

Dalam dunia bisnis yang semakin dinamis, kemampuan untuk beradaptasi dan berinovasi menjadi kunci keberhasilan. Model bisnis yang fleksibel dan efisien memainkan peran penting dalam hal ini. Business Process Execution Language (BPEL) sebagai standar eksekusi proses bisnis berbasis XML menawarkan solusi untuk merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan model bisnis secara efisien, efektif dan terstandar. Studi ini mengeksplorasi bagaimana BPEL dapat digunakan untuk mengevaluasi dan mengimplementasikan model bisnis. Diawali dengan penjelasan singkat tentang konsep model bisnis, BPM dan BPEL. Studi ini menggunakan analisis literatur, studi kasus, dan pengembangan model konseptual. Pertama, kami melakukan tinjauan mendalam terhadap literatur terkait BPEL, model bisnis, dan praktik terkait. Kemudian, melalui studi kasus di beberapa organisasi, kami mengevaluasi keefektifan implementasi BPEL dalam meningkatkan proses bisnis dan model bisnis yang terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi model bisnis berbasis BPEL dapat meningkatkan fleksibilitas dan responsivitas organisasi terhadap perubahan pasar. Kelebihan ini terutama terlihat dalam peningkatan efisiensi proses, pengurangan biaya operasional, dan peningkatan kualitas layanan kepada pelanggan.

Riwayat Artikel : Diserahkan : Direvisi : Diterima :	Kata Kunci : Bisnis Model, BPEL, Implementasi, Evaluasi	Keywords: <i>Business Model, BPEL, Implementation, Evaluation</i>
Corresponding Author : Ihfan Aditya Ghafur Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Bandung		

PENDAHULUAN

Arsitektur berorientasi layanan adalah paradigma baru untuk mengembangkan perangkat lunak berdasarkan komposisi komponen atau layanan. Sementara itu, standar BPEL mempercepat komposisi layanan [9]. Sedangkan layanan web (WS) adalah alat dasar untuk memberikan fleksibilitas dan melintasi platform heterogen ketika mengimplementasikan SOA [12]. WS masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagai contoh, WS tidak dapat menggabungkan layanan alur kerja, dan hanya mendukung layanan tingkat fungsi. Namun, sebuah sistem bisnis memiliki layanan tingkat fungsi dan harus memiliki antarmuka pengguna dan proses bisnis. Untuk layanan konsumen berbasis web, programmer biasanya membangun sistem dalam tiga bagian - WS, alur kerja, dan antarmuka pengguna [12].

Disinilah BPEL menjadi middleware layanan web terintegrasi yang mendukung komposisi layanan tingkat proses bisnis. Arsitektur berorientasi layanan (Service-Oriented Architecture) dan BPEL (Business Process Execution Language) adalah dua konsep yang erat dan terkait, dan BPEL sering digunakan sebagai bagian dari implementasi SOA. Sebagai bahasa

berbasis layanan, BPEL diimplementasikan secara luas ke dalam solusi perusahaan [10]. Keberhasilan implementasi BPEL (Business Process Execution Language) di perusahaan dapat bervariasi tergantung pada sejumlah faktor, termasuk konteks bisnis, tujuan implementasi, keterlibatan pengguna, dan kesiapan teknologi. Tentunya setiap perusahaan ingin berhasil dalam melakukan implementasi BPEL tetapi mewujudkan integrasi aplikasi perusahaan yang fleksibel, dan bagaimana mewujudkan koordinasi sistem informasi yang heterogen dan otomatisasi proses bisnis, telah menjadi masalah inti yang perlu diteliti lebih lanjut [11]. Penerapan BPEL dapat mengatasi masalah ini. Dengan menggunakan BPEL, yang tidak tergantung pada platform dan bersifat loosely coupled (dipasang secara longgar), proses bisnis dapat disesuaikan dengan lingkungan yang berubah dengan cepat. Di sisi lain, kombinasi layanan BPM untuk perencanaan dan manajemen proses dapat meningkatkan efisiensi bisnis dan menurunkan biaya pengembangan.

Paper ini bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap implementasi business model menggunakan BPEL. Dengan melakukan studi literatur review, paper ini berhasil mengidentifikasi karakteristik, kelebihan, kekurangan, hambatan dan juga contoh dalam pengaplikasian BPEL. Temuan tersebut diharap dapat membantu perusahaan dalam melakukan implementasi BPEL guna mewujudkan integrasi aplikasi perusahaan yang fleksibel, mewujudkan koordinasi sistem informasi yang heterogen dan otomatisasi proses bisnis.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode systematic literature review (SLR), yakni metodologi penelitian yang dilakukan untuk mengumpulkan serta mengevaluasi suatu penelitian yang terkait pada fokus topik tertentu [13]. Metode SLR digunakan untuk mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi, dan menafsirkan semua penelitian yang tersedia dengan bidang topik fenomena yang menarik, dengan pertanyaan penelitian tertentu yang relevan. Dengan penggunaan Metode SLR dapat dilakukan review dan identifikasi jurnal secara sistematis, yang pada setiap prosesnya mengikuti langkah-langkah atau protokol yang telah ditetapkan.

Adapun rincian kegiatannya terdiri dari menentukan strategi pencarian data dan/atau sumber informasi, seleksi studi melalui penilaian kualitas sesuai dengan kriteria eligibilitas serta instrumen penilaian kualitas, data sintesis dan data ekstraksi.

1. Strategi Pencarian Data

Kata kunci dan boolean operator yang digunakan dalam pencarian literature yakni “BPEL” OR “BPMN” OR “Business Process” AND “implementation” OR “evaluating” OR “weakness” OR “strength”

2. Sumber Informasi

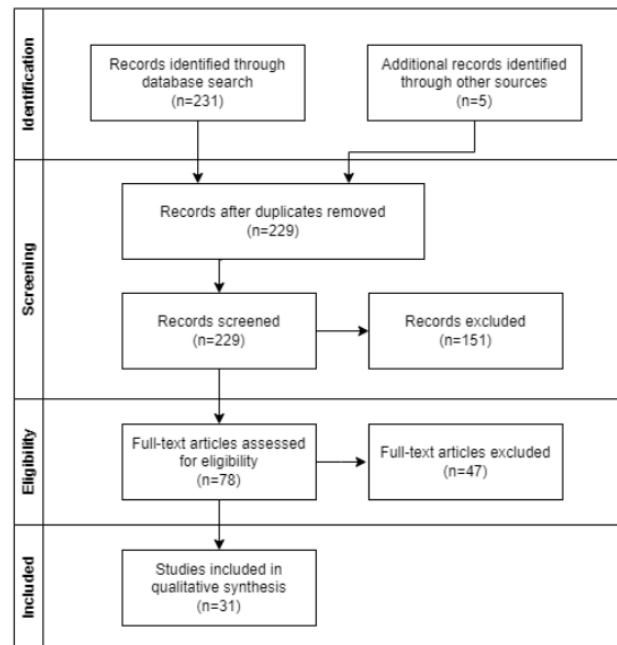
Sumber database yang digunakan dalam mencari literatur dalam penelitian ini yaitu, Google Scholar, ScienceDirect, IEEE, Mendeley ,Elsevier.

3. Kriteria Eligibilitas

Kriteria eligibilitas dalam penelitian ini meliputi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah 1) Literature berbentuk jurnal ilmiah dan/atau prosiding, 2) Sumber jurnal ilmiah dan/atau prosiding Google Scholar, ScienceDirect, IEEE, Mendeley, 3) Jurnal ilmiah dan/atau prosiding memiliki akses terbuka, 4) Artikel harus dapat diakses full text, 5) Jurnal ilmiah dan/atau prosiding menggunakan bahasa Inggris atau bahasa Indonesia, 6) Tahun publikasi jurnal ilmiah dan/atau prosiding antara 2023-2019 (80 %) dan 2018 ke belakang (20 %), 7) Pembahasan dalam jurnal ilmiah dan prosiding meliputi implementasi business process pada BPEL atau aspek business process atau aspek BPMN, 8) Desain penelitiannya deskriptif atau kualitatif. Sedangkan kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah bentuk denotasi dari kriteria inklusi.

4. Penilaian Kualitas

Seleksi literature menggunakan metode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses).



Gambar 1 PRISMA Flow

5. Data Sintesis

Proses data sintesis dalam penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan literatur yang telah memenuhi penilaian kualitas serta kriteria inklusi dan eksklusi. Data sintesis mengacu pada tujuan penelitian yakni mengetahui implementasi business process pada BPEL dalam perusahaan mencakup kendala, kelebihan, kekurangan, dan juga contoh-contoh penerapan yang sudah berhasil dilakukan.

6. Data Ekstraksi

Adapun output ekstraksi data berupa paper yang telah diseleksi dan akan digunakan sebagai referensi dalam penulisan literature review.

STUDI LITERATUR DAN PEMBAHASAN

A. Business Process (BP)

1. Definisi Proses Bisnis

Proses bisnis, umumnya dijelaskan sebagai serangkaian tugas yang saling terkait secara logis, bertujuan mencapai hasil bisnis yang telah ditentukan, dapat didefinisikan lebih rinci. Proses bisnis melibatkan sejumlah acara dan kegiatan yang terjadi secara otomatis, dipicu oleh peristiwa tertentu, dan berlangsung tanpa adanya durasi tertentu. Salah satu fitur kunci dari proses bisnis adalah adanya beberapa kegiatan yang disusun secara logis, dengan input dan output yang jelas, semuanya diarahkan untuk mencapai tujuan bisnis yang telah ditetapkan sebelumnya [16]. Proses bisnis merujuk pada serangkaian peristiwa, kegiatan, dan titik keputusan yang saling terkait, melibatkan berbagai aktor dan objek, yang secara kolektif berkontribusi untuk mencapai hasil [17].

Terdapat empat sub-dimensi utama yang menjadi inti dari proses bisnis:

- Kegiatan:** Merupakan tindakan utama yang terjadi dalam suatu proses. Kegiatan ini bersifat esensial dan memberikan kontribusi langsung terhadap pencapaian tujuan bisnis.
- Alur Kerja:** Mengacu pada penghubung antara berbagai kegiatan dalam suatu proses. Alur kerja menentukan urutan dan keterkaitan antar kegiatan, menciptakan suatu rangkaian yang logis untuk mencapai hasil yang diinginkan.
- Sumber Daya:** Merupakan agen atau elemen-elemen yang digunakan untuk menambah nilai pada kegiatan dalam suatu proses bisnis. Sumber daya dapat mencakup berbagai hal, seperti manusia, teknologi, dan bahan.
- Entitas:** Mengacu pada objek atau entitas yang diproses oleh sumber daya dalam suatu proses. Entitas ini dapat berupa data, produk, atau informasi yang mengalami transformasi atau Fase dan tahap dalam Business Process Standardization (BPS) melibatkan langkah-langkah kunci [16].

Pertama, dokumen spesifikasi proses diperinci dengan cermat. Kemudian, proses modularisasi membagi kegiatan menjadi makna dan saran konstruktif. Langkah berikutnya, mengadopsi proses secara keseluruhan sebagai titik referensi utama. Setelah itu, mengidentifikasi aspek unik proses, dan terakhir, ada perjanjian formal oleh badan yang diakui untuk menyatakan proses ini sebagai standar. Seluruh proses BPS dijelaskan melalui langkah-langkah ini untuk mencapai standar yang jelas dan widely accepted.

2. Karakteristik Proses Bisnis

Setiap proses bisnis memiliki tujuan tertentu yang dirancang agar sejalan dengan tujuan keseluruhan perusahaan. Tujuan tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pencapaian visi dan misi perusahaan secara keseluruhan. Berikut ini merupakan karakteristik proses bisnis [18], yaitu:

- a. Pemilik proses memiliki tanggung jawab untuk efektif mengelola sumber daya yang diperlukan untuk pelaksanaan seluruh proses tersebut.
- b. Sumber daya, seperti tenaga kerja, peralatan, dan bahan, guna memastikan kelancaran dan kesuksesan pelaksanaan proses.
- c. Proses bisnis dilengkapi dengan sistem kontrol kualitas yang dirancang untuk memantau hasil yang dihasilkan, mencakup mekanisme koreksi kesalahan yang bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas proses secara keseluruhan.
- d. Terdapat pula sistem indikator proses yang berfungsi sebagai alat pengukur kinerja.

Bisnis Proses dapat menjadi alat yang berpotensi membantu praktisi mencapai berbagai tujuan mereka, yang mencakup upaya untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional, serta mengurangi biaya overhead. Konsep ini menekankan pada prinsip-prinsip yang melibatkan desain ulang secara menyeluruh terhadap proses bisnis, dengan penekanan pada penggunaan teknologi informasi untuk mendukung penerapan proses bisnis yang baru dan inovatif [19]. Selain itu, Bisnis Proses berusaha untuk mencapai hasil strategis di tingkat organisasi, memastikan bahwa setiap perubahan atau transformasi dalam proses memberikan dampak positif yang signifikan. Meskipun demikian, dapat ditemukan bahwa Bisnis Proses tidak selalu mencapai tujuannya dengan efektif dalam beberapa situasi atau upaya, mengisyaratkan kompleksitas dan tantangan dalam mengadopsi pendekatan ini.

B. Business Process Model Notation (BPMN)

1. Definisi BPMN

Bisnis Proses Manajemen (BPM) menjadi instrumen krusial yang mendukung pertumbuhan dan inovasi organisasi, menggunakan langkah-langkah dari perancangan logika bisnis hingga pemantauan, dengan fokus pada kebutuhan pelanggan, dengan menekankan pada kepuasan pelanggan, serta mengubah struktur hierarkis tradisional ke konsep jaringan proses [20]. Unit inti dari BPM adalah proses bisnis yang diberdayakan untuk identifikasi, analisis, desain ulang, dan pemantauan dengan menggunakan metode dan alat tertentu. Pengertian lain yang dikemukakan yaitu, Model proses bisnis dan notasi (BPMN) adalah standar notasi grafis yang digunakan untuk menggambarkan proses bisnis (BPS) agar dapat dimengerti oleh semua pemangku kepentingan terlibat dalam BPM. BPMN memudahkan representasi BPS pada tingkat abstraksi berbagai, khususnya pada tahap awal seperti analisis dan desain pada siklus hidup proses.

2. Jenis Diagram BPMN

BPMN menyediakan tiga jenis diagram utama untuk menggambarkan BPS secara grafis:

- a. Diagram Proses (Orkestrasi), yang menggambarkan urutan kegiatan dalam suatu proses atau orkestrasi, untuk aliran kegiatan yang terjadi dalam suatu proses atau orkestrasi tertentu.
- b. Diagram Koreografi menggambarkan interaksi dan kolaborasi antara berbagai entitas serta interaksinya dalam suatu proses bisnis.
- c. Diagram Kolaborasi, yaitu diagram yang menunjukkan cara berbagai proses dan peserta bekerja sama dan berkolaborasi untuk mencapai tujuan bersama dalam suatu konteks bisnis.

d. Dimensi, kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan BPMN

berikut ini merupakan beberapa dimensi [21], yaitu:

- a. Kesadaran Proses: Kesadaran proses dalam BPM mengharuskan organisasi untuk mengidentifikasi, menamai, dan mendokumentasikan setiap langkah dalam peta proses, mencakup detail kegiatan, peran, sumber daya, aturan, dan hasil.

- b. Kepemilikan Proses: Fokus kepemilikan proses dalam BPM menekankan bahwa dokumen saja tidak cukup; manajer dan karyawan harus memahami setiap langkah dalam proses mereka secara mendalam, mencerminkan pandangan mereka terhadap struktur dan fungsi organisasi.
- c. Pengukuran Proses: Pengukuran proses, sebagai dimensi ketiga dalam BPM, menekankan bahwa nilai hasil suatu proses sulit diukur jika proses tersebut tidak dapat diukur; pengukuran menjadi kunci untuk menilai nilai yang dihasilkan oleh suatu proses.
- d. Peningkatan Proses: Peningkatan proses, sebagai dimensi terakhir dalam BPM, menandakan bahwa pemahaman dan pengukuran merupakan langkah awal untuk mengidentifikasi perbaikan; proses yang dapat diukur dan dipahami memberikan dasar untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas organisasi secara menyeluruh.

3. Berikut ini kekurangan dalam menggunakan BPMN, yaitu:

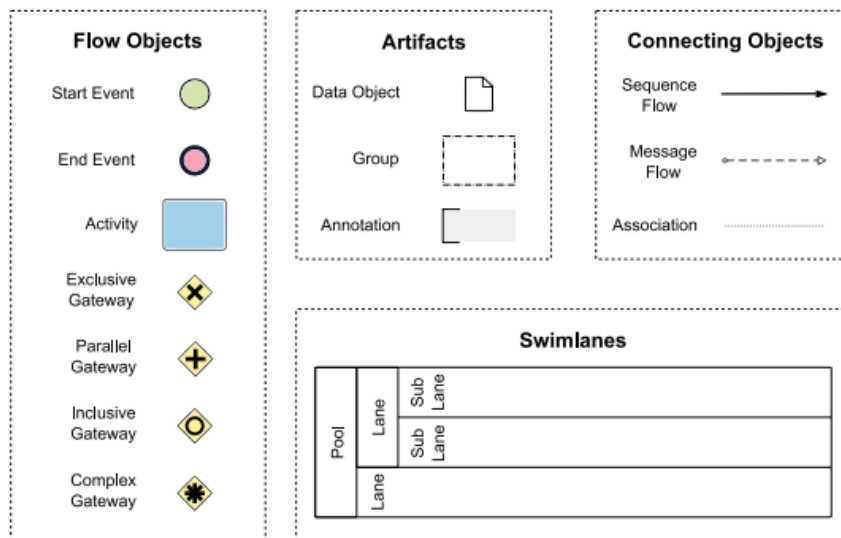
1. Kelebihan

Dalam Manajemen Bisnis (BPM), desain ulang proses meningkatkan kejelasan dan struktur informasi. Identifikasi interaksi peran dan deteksi kelemahan menjadi bagian integral. Standardisasi proses menciptakan dasar perbaikan dan mendukung tingkat fleksibilitas. Pemrosesan otomatisasi dan sistem pendukung keputusan mendukung percepatan implementasi. Peningkatan privasi pasien, keamanan akses informasi klinis, dan analisis real-time membuktikan peningkatan kinerja utama. Definisi BPMN

2. Kekurangan

Tantangan utama terletak pada manajemen rumah sakit yang fokus pada fungsi, menciptakan hambatan integrasi BPM. Keengganan peran terhadap perubahan, kurangnya komunikasi antar bagian, dan kurangnya kepercayaan semakin mempersulit implementasi BPM. Hasil simulasi atau evaluasi subyektif menimbulkan ketidakpastian pengukuran efektivitas BPM. Penelitian cenderung mengoptimalkan proses klinis, kurangnya keterampilan teknis personel klinis, dan siklus hidup BPM yang diulangi menjadi kendala. Kurangnya pelatihan BPM dan tingkat implementasi yang rendah menjadi hambatan tambahan.

4. Fungsi dalam BPM [22]-[27]



Gambar 2 Fungsi dalam BPMN

- a. Objek Aliran, merupakan elemen dasar dalam BPMN yang mencakup acara, kegiatan, dan gateway.
- b. Acara yaitu kejadian yang dapat terjadi dan mempengaruhi jalannya proses bisnis, seperti pengaruh pada langkah-langkah kontrolnya.
- c. Kegiatan yaitu unit pekerjaan dalam proses bisnis, diwakili sebagai tugas-tugas yang harus dilakukan.
- d. Gateways, yaitu titik keputusan yang mengubah arah jalur antar elemen proses, bisa seperti bercabang atau bersatu.

- e. Artefak dapat memberikan tambahan informasi atau konteks dalam diagram BPMN, seperti objek data, pengelompokan, dan anotasi. Anotasi teks digunakan untuk memberikan informasi tambahan secara bebas.
 - f. Objek Menghubungkan untuk menentukan aliran dan koneksi antar bagian proses, seperti pengaturan urutan, pertukaran pesan, dan keterkaitan informasi.
 - g. Aliran Urutan yaitu yang menghubungkan langkah-langkah proses dalam urutan berurutan.
 - h. Aliran Pesan yaitu untuk pertukaran informasi antar peserta yang terlibat dalam proses.
 - i. Asosiasi untuk menghubungkan informasi tambahan (seperti artefak) ke elemen-elemen proses.
 - j. Swimlanes yang digunakan untuk mengatur dan mengelompokkan kegiatan berdasarkan peserta atau peran dalam proses bisnis, memberikan gambaran visual tentang siapa yang bertanggung jawab pada setiap tahapan proses.
 - k. Perilaku Semantik yang ditetapkan melalui konsep token, yang menjelaskan cara setiap elemen BPMN berinteraksi dengan langkah-langkah yang dilalui. Token adalah representasi abstrak dari langkah-langkah yang dibuat pada awal proses bisnis, melewati berbagai tahapan sesuai dengan alur langkah, dan diakhiri pada tahap akhir.
- C. Business Process Execution Language (BPEL)

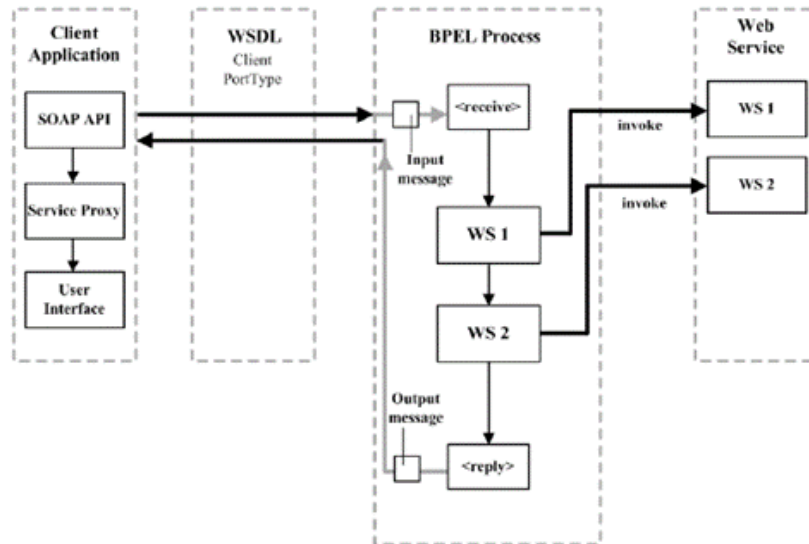
1. Definisi

BPEL adalah singkatan dari Business Process Execution Language. BPEL mempunyai Badan standar yaitu Organisasi untuk Kemajuan Standar Informasi Terstruktur (OASIS) yang menghasilkan standar di seluruh dunia yang menggabungkan konsensus industri. Sintaks BPEL berbasis XML dan spesifikasi saat ini adalah WSBPEL Versi 2.0. BPEL adalah bahasa pemrograman yang memiliki perpaduan antara terstruktur (blok) dan tidak terstruktur (control-link dan event) [1]. BPEL, sebagai bahasa komposisi layanan yang dapat dieksekusi, digunakan untuk menjalankan proses bisnis kompleks dengan mengkoordinasikan layanan web. Berbeda dari bahasa pemrograman tradisional, BPEL memiliki struktur kontrol standar seperti urutan, saklar, dan sementara. Keunikan BPEL terletak pada mekanisme integrasi eksplisitnya, yang memungkinkan penyusunan layanan web dalam sistem skala besar dengan cara yang eksplisit [28]. Selain itu, layanan web dalam program BPEL dapat diimplementasikan dalam berbagai bahasa pemrograman dan digunakan melalui wadah layanan jarak jauh. BPEL digunakan untuk merancang proses bisnis yang mengintegrasikan layanan web ke dalam aliran proses end-to-end, dan untuk orkestrasi layanan bisnis. BPEL terutama digunakan untuk mengorkestrasi layanan. BPEL memungkinkan pengembang untuk mendefinisikan dan mengatur interaksi antar layanan web dalam suatu proses bisnis. BPEL mempunyai struktur, yang menggambarkan bagaimana sebuah proses bisnis dijelaskan dan diorganisir, Struktur BPEL ini dirancang untuk menggambarkan langkah-langkah dan logika eksekusi dari suatu proses bisnis secara formal dan dapat dijalankan oleh mesin BPEL untuk mengotomatiskan proses tersebut. Struktur BPEL ini memberikan kerangka kerja untuk merinci dan mengotomatiskan proses bisnis, memungkinkan interaksi yang terkoordinasi antara berbagai entitas bisnis. BPEL ditulis sebagai dokumen XML menggunakan elemen root <process>. Di dalam elemen <process>, proses BPEL biasanya akan memiliki elemen <sequence> atau <flow> tingkat atas. Di dalam urutan, proses akan menunggu pesan yang masuk untuk memulai proses. Penantian ini dimodelkan dengan konstruk <receive> [2]. Kemudian, proses akan melakukan beberapa aktivitas dan mengembalikan respons. Hal ini ditunjukkan pada kutipan kode berikut:

Struktur BPEL

```
<process ...>
...
<sequence>
  <!-- Wait for the incoming request to start the process -->
  <receive ... />
  <!-- Perform some activities -->
  ...
  <!-- Return the response -->
  <reply ... />
</sequence>
</process>
```

Seorang programmer biasanya mengontrol proses bisnis dan alur kerja menggunakan kode pemrograman dan API. Mengontrol proses bisnis dan alur kerja dengan cara ini sangatlah mudah. Namun, memperbaharui dan memodifikasi program sulit dilakukan ketika proses bisnis berubah. Jadi, BPEL dikembangkan oleh BEA Systems, IBM, dan Microsoft. BPEL, yang menggabungkan dan menggantikan bahasa aliran layanan web IBM (WSFL) dan WS Microsoft untuk desain proses bisnis, adalah bahasa berbasis XML untuk mengendalikan proses bisnis dan alur kerja WS. Dengan menggunakan BPEL, seorang programmer dapat menggambarkan secara formal proses bisnis dan alur kerja yang akan dilakukan di seluruh web [14] [15].



Gambar 3 Proses BPEL

2. Kelebihan dan Hambatan Menggunakan BPEL [29]
 - a. BPEL memiliki istilah khusus yang memisahkan antara Programmer dan Spesialis Proses Bisnis. Memahami sepenuhnya semua istilah, kemampuan, karakteristik, dan keterbatasan BPEL menantang bagi sebagian besar individu.
 - b. Kelebihan BPEL terletak pada kemampuannya menyusun orkestrasi kompleks dari berbagai layanan web ke dalam solusi proses bisnis. Namun, kekuatan skrip BPEL juga dapat menjadi risiko, memungkinkan suatu proses untuk terperosok dalam kesalahan logis dan merancang ketidakselarasan.
 - c. BPEL saat ini menjadi standar de facto dalam komposisi layanan web. Proses yang dibuat dengan BPEL saat ini mungkin tidak selaras dengan BPEL di masa depan, atau sulit mengikuti perkembangan terbaru dalam BPEL dan teknologi layanan web. Terdapat juga potensi bahwa bahasa komposisi layanan web yang berbeda dan tidak kompatibel akan menggantikan peran BPEL di masa mendatang.
3. Integrasi dengan Teknologi Lain

Secara umum, Business Process Execution Language (BPEL) tidak secara langsung dirancang untuk berintegrasi secara khusus dengan teknologi yang berkembang sekarang ini seperti Internet of Things, (IoT), Artificial Intelligence (AI) dan Machine Learning (ML). BPEL lebih cenderung terfokus pada integrasi dan otomatisasi proses bisnis dengan menggunakan layanan web dan teknologi berbasis layanan. Berikut akan dijelaskan mengenai BPEL yang berintegrasi dengan teknologi lain untuk berkolaborasi untuk meningkatkan proses bisnis perusahaan.

1. Internet of Things (IoT)

Dalam beberapa tahun terakhir, Internet of Things berkembang secara pesat. Industri mulai menerapkan teknologi Internet of Things di berbagai bidang. Awalnya Internet of Things didefinisikan sebagai menghubungkan segala sesuatu melalui perangkat penginderaan ke Internet [3]. Selain itu, metodologi Berorientasi Layanan dengan BPEL secara bertahap menarik perhatian masyarakat. Oleh karena itu melakukan integrasi Internet of Things dengan BPEL sangatlah penting, karena dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan. BPEL dapat digunakan untuk mengotomatisasi proses bisnis yang melibatkan interaksi dengan perangkat IoT. Misalnya, dalam lingkungan industri, data dari

sensor IoT dapat digunakan untuk menginisiasi atau memicu proses bisnis yang diotomatisasi. Misalnya, dalam manufaktur, data sensor dari peralatan dapat digunakan untuk mengoptimalkan jadwal produksi atau merencanakan pemeliharaan preventif.

Contoh lainnya manfaat Integrasi BPEL dengan IoT adalah untuk memantau dan mengelola rantai pasok secara efisien. Informasi real-time dari perangkat IoT, seperti data pengiriman atau pemantauan suhu, dapat diintegrasikan ke dalam proses bisnis untuk meningkatkan visibilitas dan manajemen rantai pasok.

2. Mobile Workflow System

Mobile Workflow system adalah mode aplikasi jenis baru yang berkembang dari alur kerja tradisional [6][7]. Suatu sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengelola, mengotomatisasi, dan melacak alur kerja atau proses bisnis menggunakan perangkat mobile, seperti smartphone atau tablet. Sistem ini dirancang untuk mempermudah akses dan pengelolaan tugas-tugas bisnis di mana pun pengguna berada, tanpa terbatas oleh lokasi fisik atau perangkat tertentu. Implementasi sistem ini dapat membantu organisasi meningkatkan produktivitas, mempercepat alur kerja, dan meningkatkan responsivitas terhadap perubahan bisnis atau kebutuhan pelanggan.

3. Aplikasi Berorientasi Objek

Orientasi layanan dan aplikasi berorientasi objek sudah menjadi praktik umum dalam bidang pengembangan aplikasi bisnis. Tetapi dalam prakteknya terjadi kesulitan menghubungkan pemrograman berorientasi objek dan SOA karena perbedaan teknologinya. Pendekatan pemodelan untuk proses BPEL yang memfasilitasi integrasi ke dalam bahasa pemrograman berorientasi objek seperti Java atau C#, pendekatan yang diusulkan, disebut BPELROs [8]. Business Process Execution Language for Web Services (BPEL) Remote Objects (BPELROs) bertujuan untuk mendukung interaksi seperti objek dengan proses BPEL, sehingga memudahkan untuk menanamkan proses bisnis ke dalam aplikasi berorientasi objek. Sisa artikel ini menguraikan antarmuka WSDL yang sadar objek, memperkenalkan BPELRO. BPELRO dapat membantu memodernisasi aplikasi lama, misalnya dengan menghubungkan proses bisnis berorientasi layanan dengan GUI lama yang kompleks.

4. Implementasi BPEL di perusahaan

1. Implementasi yang dilakukan di perusahaan

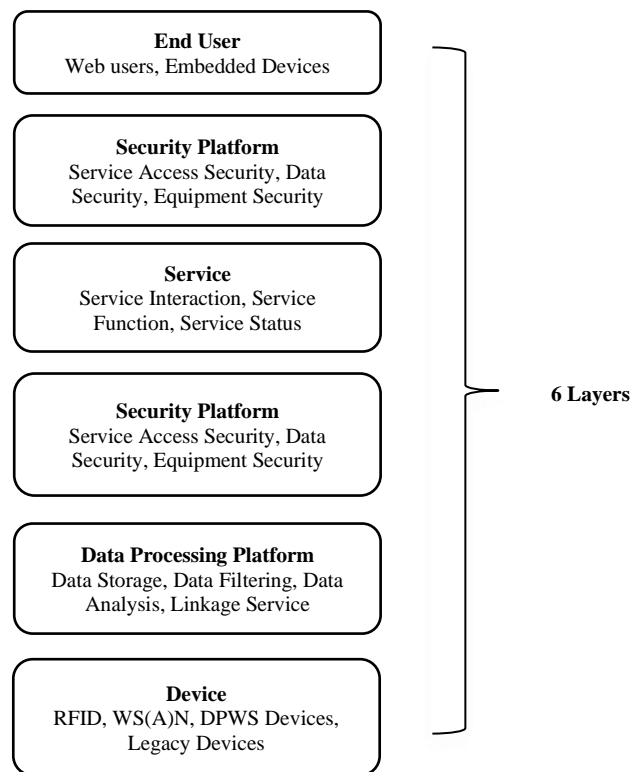
Implementasi BPEL merupakan penerapan praktis dari standar Business Process Execution Language (BPEL) dalam suatu perusahaan untuk merancang, mengotomatisasi, dan mengelola proses bisnis secara efisien. Proses ini mencakup perancangan proses bisnis menggunakan BPEL, integrasi dengan sistem dan aplikasi lain, serta pelaksanaan otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi, visibilitas, dan responsibilitas dalam operasi bisnis. Implementasi BPEL dapat mencakup pemilihan platform BPEL, pengembangan skrip BPEL, uji coba, pelatihan karyawan, dan pemeliharaan berkelanjutan untuk memastikan bahwa proses bisnis dapat berjalan dengan lancar dan sesuai dengan kebutuhan bisnis perusahaan.

2. Implementasi BPEL dan IOT RESTful Web Service di Rumah Sakit

Meningkatnya relevansi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan konektivitas antara objek dan internet. Nilai IoT tercermin dalam layanan dan aplikasi yang dapat berorientasi pada aplikasi dan memberikan layanan yang efisien, andal, dan berlimpah [3][5]. Integrasi berbagai layanan IoT disorot sebagai arah penelitian yang penting, dan Arsitektur Berorientasi Layanan (SOA) diperkenalkan sebagai solusi untuk hal ini. SOA digambarkan sebagai arsitektur berbasis layanan dengan atribut yang longgar dan dapat digunakan kembali. Munculnya layanan web RESTful dihadirkan sebagai metode publikasi layanan yang disukai karena kesederhanaannya dan fitur transmisi data langsung. Pada artikel yang berjudul "Research on IOT RESTful Web Service Asynchronous Composition Based on BPEL" yang ditulis oleh Lili Zhang, Shusong Yu, Xiangqian Ding dan Xiaodong Wang dari Sekolah Tinggi Ilmu dan Teknik Informasi Universitas Kelautan Cina, makalah ini menguraikan pengenalan arsitektur layanan web IoT RESTful berdasarkan SOA, ekstensi ke bahasa BPEL, dan eksperimen penerapan ekstensi BPEL untuk layanan web RESTful pada proses layanan permintaan obat, layanan pengecekan inventaris dan layanan pembayaran di rumah sakit. Selain itu membahas tentang integrasi Internet of Things (IOT) dan arsitektur web services RESTful berbasis Service-Oriented Architecture (SOA).

Hal ini menekankan pentingnya mengintegrasikan berbagai layanan untuk memberikan

layanannya manusia kepada bisnis dan individu, dan menyoroti nilai mengintegrasikan SOA dengan IOT. Arsitektur layanan web IOT RESTful yang diusulkan ditujukan untuk mengatasi peningkatan jumlah layanan dan sifat dinamis dari lingkungan operasi layanan. Arsitekturnya berfokus pada komposisi layanan otomatis untuk menyediakan layanan gabungan kepada pengguna akhir. Integrasi SOA dengan IOT memungkinkan penggunaan fungsi setiap objek sebagai layanan standar, memfasilitasi berbagi informasi dan kolaborasi. Selain itu, arsitektur berbasis SOA dapat mengatasi perbedaan yang disebabkan oleh berbagai platform, sistem operasi, dan bahasa, menjadikannya solusi yang cocok untuk berinteraksi dan berbagi layanan. Arsitektur yang digunakan sebagai berikut



Gambar 4 IOT RESTful web services framework based on SOA

Gambar 4 IOT RESTful web services framework based on SOA mencakup enam bagian:

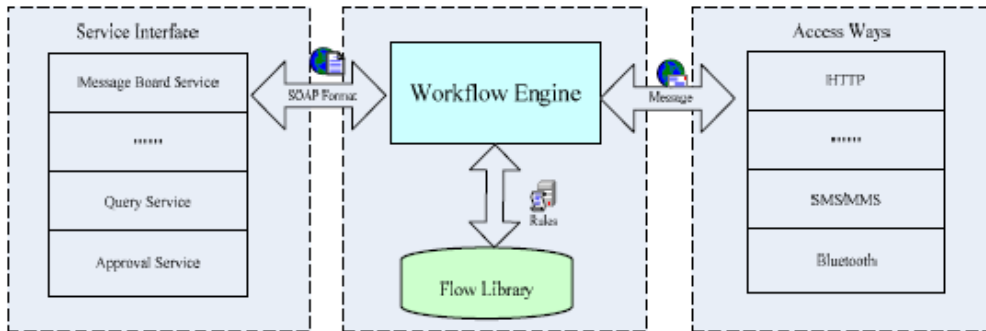
- Perangkat: fondasi dari keseluruhan arsitektur, semua perangkat fisik terkait dengan dunia fisik
- Platform pemrosesan data: pemfilteran data dan verifikasi keamanan, data heterogen harmonisasi dan standarisasi
- Platform keamanan: termasuk akses layanan keamanan, keamanan data, keamanan peralatan
- Layanan: kunci arsitektur, dapat menemukan layanan yang sesuai dengan permintaan dan memberikan layanan gabungan kepada pengguna akhir untuk penggunaannya
- Pengguna akhir: konsumen layanan

Makalah ini menggabungkan IOT dengan komposisi layanan yang bertujuan untuk komposisi layanan web RESTful asinkron yang ringan. Dengan memperpanjang BPEL, ini menghemat waktu dan meningkatkan kinerja [3].

3. Implementasi Metode Kerja Sama Berbasis BPEL di Mobile System Workflow

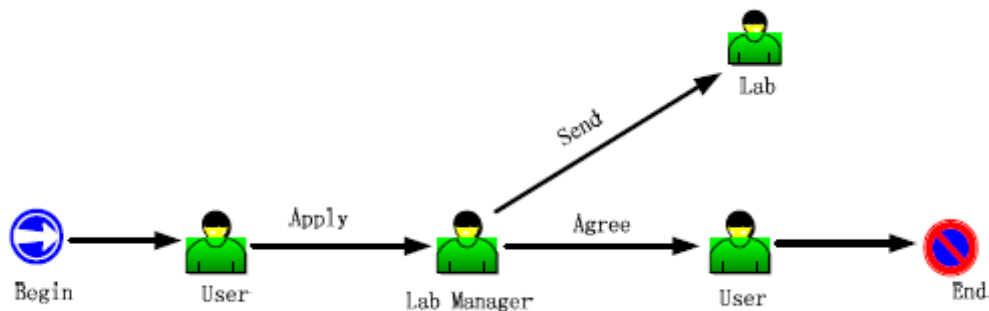
Pentingnya teknologi alur kerja dalam mencapai otomatisasi dan integrasi proses bisnis. Hal ini menyoroti evolusi alur kerja seluler sebagai mode aplikasi baru yang muncul dari alur kerja tradisional, yang dimungkinkan oleh komputasi seluler dan teknologi jaringan nirkabel [6]. Pada artikel yang berjudul "Research and Implementation of Cooperation Method Based on BPEL in Mobile Workflow System" yang ditulis oleh Wenjun Yang, Guanping Xu dan Jinghui Wang dari Sekolah Ilmu dan Teknologi

Komputer.Universitas Teknologi Tianjin, Cina. Artikel itu membahas mengenai tantangan yang ditimbulkan oleh karakteristik lingkungan jaringan nirkabel, seperti keragaman bandwidth dan keandalan yang lemah, serta pentingnya Arsitektur Berorientasi Layanan (SOA) berdasarkan teknologi Layanan Web dalam memastikan pengoperasian proses alur kerja seluler yang teratur dan kolaboratif. Makalah ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak komputasi seluler dan teknologi jaringan nirkabel pada teknologi alur kerja, menyajikan peluang dan tantangan, dan mengilustrasikan penerapan praktis SOA dalam alur kerja seluler.



Gambar 5 Model Structure of Mobil Workflow Information Platform

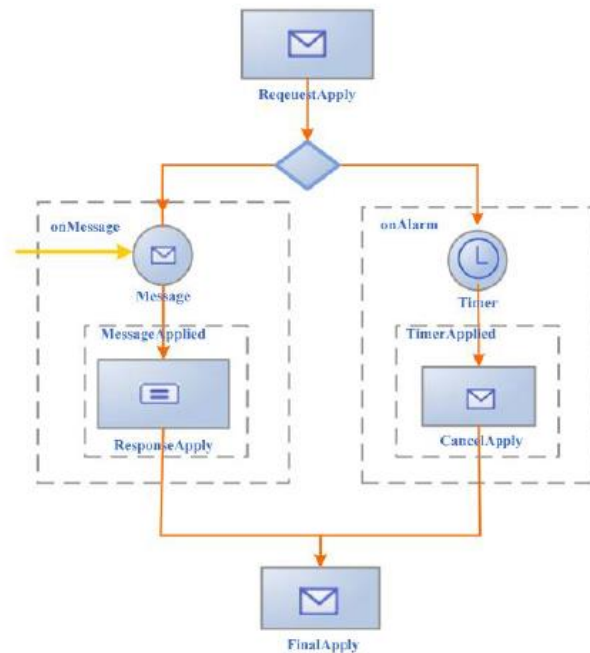
Penerapan dilakukan pada pemeriksaan sampel laboratorium. Melalui BPEL dapat mengurangi kompleksitas proses bisnis. Di sini, mengambil contoh tentang pemeriksaan dan persetujuan dalam proyek pembukaan sampel pemeriksaan laboratorium,. Pengguna mengajukan permohonan pembukaan laboratorium sampel memeriksa proyek dan alur peluncuran, oleh ponsel platform informasi, dikirim ke operator yang bertanggung jawab untuk menyetujui melalui pesan singkat. Jika disetujui, maka kirimkan ke pekerja laboratorium terkait dan mengirim pesan ke pelamar pengguna. Kemudian rangkum jenis simpul dari berbagai tahapan, seperti seperti node awal, node persetujuan, dan node akhir. Proses meliputi berbagai peran partisipasi personel, melalui pesan singkat seluler pesan singkat yang digerakkan oleh model proses untuk bergerak.



Gambar 6 The Process of Implementing Laboratory Sample Examination

Bagian Deskripsi BPEL dari makalah penelitian berfokus pada penggunaan Bahasa Eksekusi Proses Bisnis Layanan Web (WS-BPEL) untuk menggambarkan proses alur kerja seluler kolaboratif. Ini menguraikan unsur-unsur dan aturan BPEL, seperti And, yang menentukan aktivitas berurutan dan bersamaan, serta aturan logika dan waktu untuk eksekusi proses. Bagian ini membahas bagaimana BPEL memfasilitasi pengendalian atas pola aliran melalui kombinasi aturan kolaboratif dan elemen struktur pengendalian, sehingga memungkinkan pengendalian proses yang fleksibel. Ini juga merinci penggunaan aliran berbasis pesan, aktivitas transisi status, dan pemanggilan layanan web dalam proses alur kerja seluler. Selain itu, ini menjelaskan penggunaan elemen penanganan pesan seperti Dan untuk menyelesaikan pemeriksaan aturan logis dan memicu respons berdasarkan pesan pasif.

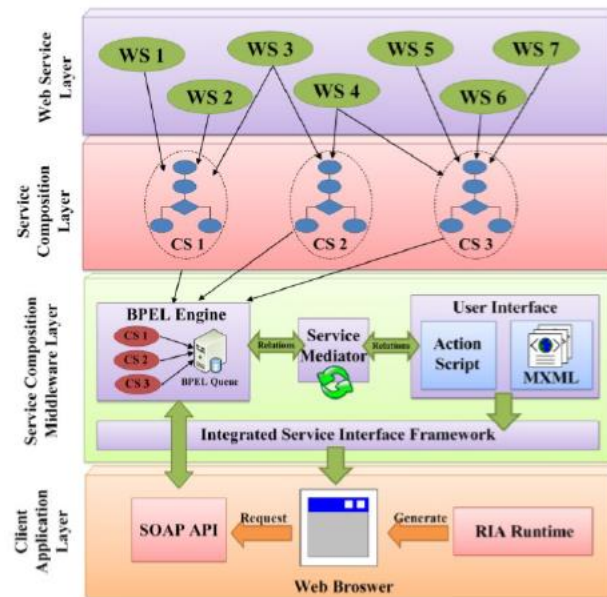
Bagian ini diakhiri dengan menyortir analisis desain aplikasi berbasis BPEL yang akan datang.



Gambar 7 Description of BPEL for Laboratory Sample Examination

4. Implementasi Integrated Web Service Middleware (IWSM) framework Berbasis BPEL

Arsitektur berorientasi layanan (SOA) adalah teknologi populer yang memberikan keuntungan bagi orang-orang yang merancang sistem informasi bisnis terintegrasi untuk layanan konsumen. Layanan web (WS) adalah alat dasar untuk memberikan fleksibilitas dan melintasi platform heterogen ketika mengimplementasikan SOA [12]. Namun, WS masih memiliki beberapa keterbatasan. Misalnya, WS tidak dapat menggabungkan layanan alur kerja, dan hanya mendukung layanan tingkat fungsi. Sebuah sistem bisnis memiliki layanan tingkat fungsi dan harus memiliki antarmuka pengguna dan proses bisnis. Untuk layanan konsumen berbasis web, programmer biasanya membangun sistem dalam tiga bagian - WS, alur kerja, dan antarmuka pengguna [12]. Pada artikel yang berjudul "Applications of the web service middleware framework based on the BPEL" yang ditulis oleh Ting-Huan Kuo, Chi-Hua Chen, Hsu-Yang Kung, Yu-Siang Liao dari Department of Management Information Systems National Pingtung University of Science and Technology Pingtung County, Taiwan. Artikel itu membahas mengenai kerangka kerja Integrated Web Service Middleware (IWSM) yang dirancang untuk mengatasi keterbatasan layanan Internet dalam menggabungkan alur kerja dan mencapai fleksibilitas dan penggunaan kembali. Kerangka kerja ini menggunakan Bahasa Eksekusi Proses Bisnis (BPEL) untuk menanamkan alur kerja dalam layanan Internet, memungkinkan pembaruan lebih mudah dan fleksibilitas sistem.



Gambar 8 IWSM Architecture

Arsitektur IWSM terdiri dari empat lapisan: Lapisan WS yang berisi layanan web, lapisan komposisi layanan untuk menyusun layanan Internet menjadi layanan komposisi, lapisan middleware komposisi layanan (SCM) yang menyediakan layanan integrasi antara layanan komposisi dan antarmuka pengguna, dan klien lapisan aplikasi untuk pengguna akhir. Arsitektur ini bertujuan untuk memfasilitasi komposisi layanan tingkat proses bisnis dan meningkatkan fleksibilitas dan penggunaan kembali layanan Internet.

D. Keterkaitan antara BPMN dengan BPEL

BPEL adalah bahasa pelaksanaan yang diciptakan untuk mengatur cara layanan web bekerja bersama, dengan menggunakan bahasa terstruktur dan model pohon di mana setiap aktivitas dan aliran kontrol diwakili oleh node [30]. BPMN diartikan sebagai bahasa yang terstruktur dengan konsep tambahan untuk mengelola blok. Perpindahan antar aktivitas dalam BPMN dikendalikan oleh transisi yang menentukan kapan suatu aktivitas harus dieksekusi selanjutnya. Berbeda dari BPEL, BPMN mencakup diagram grafis, proses berorientasi manusia, subproses, dan berbagai aspek lain dari proses bisnis modern. Ini membedakan BPMN dari BPEL yang hanya berfokus pada aspek proses yang dapat dieksekusi. Menghasilkan kode BPEL yang mudah dibaca melibatkan pencarian "pola" dalam model BPMN yang dapat dihubungkan dengan konstruksi terstruktur blok BPEL atau grafik asiklik dari tautan kontrol. Salah satu teknik untuk mengatasi model BPMN yang tidak terstruktur adalah dengan menerjemahkan ketergantungan kontrol dalam model BPMN menjadi kumpulan penanganan acara BPEL yang saling memicu untuk meniru ketergantungan ini. Meskipun teknik terakhir ini memungkinkan terjemahan model proses BPMN inti ke dalam BPEL, namun keterbacaannya berkurang. Oleh karena itu, integrasi teknik yang diusulkan didesain untuk memaksimalkan penggunaan konstruksi BPEL terstruktur dan meminimalkan penggunaan penanganan acara. Teknik terintegrasi ini sudah diimplementasikan sebagai alat open-source yang dikenal sebagai BPMN2BPE [31]. Berikut ini ada tiga metode untuk memetakan BPMN ke BPEL, yaitu:

1. Terjemahan Berbasis Aktivitas Terstruktur:

Pada metode ini menjadikan kode BPEL mudah dibaca, dengan aktivitas yang terdiri dari urutan, aliran, saklar, pick. Diantara struktur tersebut diutamakan struktur yang sesuai dan akan dianggap terstruktur dengan baik.

2. Kontrol Terjemahan Berbasis Tautan

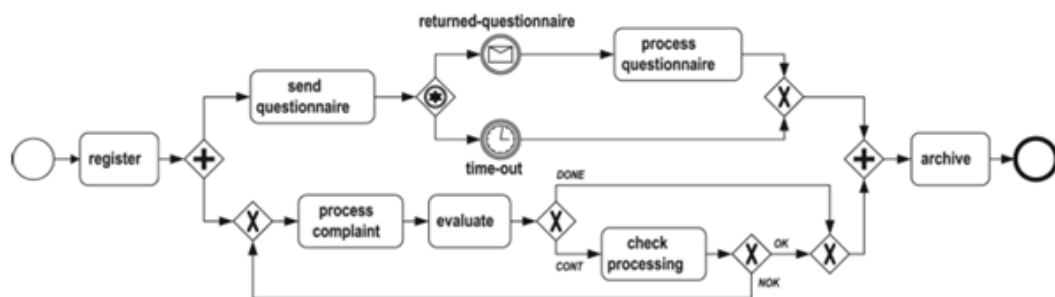
Mengacu kepada aktivitas aliran di mana semua sub-aktivitas terhubung melalui tautan membentuk grafik asiklik (aliran logis yang teratur dan tidak membentuk loop atau ketergantungan sirkular dalam proses bisnis atau model proses) yang diarahkan. Namun, penggunaan tautan kontrol dapat menyembunyikan kesalahan seperti kebuntuan dan memerlukan kehati-hatian sebelum diterjemahkan ke dalam grafik kegiatan BPEL yang terhubung melalui tautan kontrol.

3. Terjemahan Berbasis Aturan Aksi-Aksi:

Desain proses bisnis inti yang terstruktur yang dapat diterjemahkan menggunakan tautan kontrol, yang dapat digunakan untuk menerjemahkan komponen ke dalam aktivitas ruang lingkup dengan memanfaatkan konstruksi "event handler" di BPEL. Pendekatan ini digunakan ketika tidak ada komponen tersisa yang terstruktur dengan baik atau yang dapat diterjemahkan menggunakan tautan kontrol.

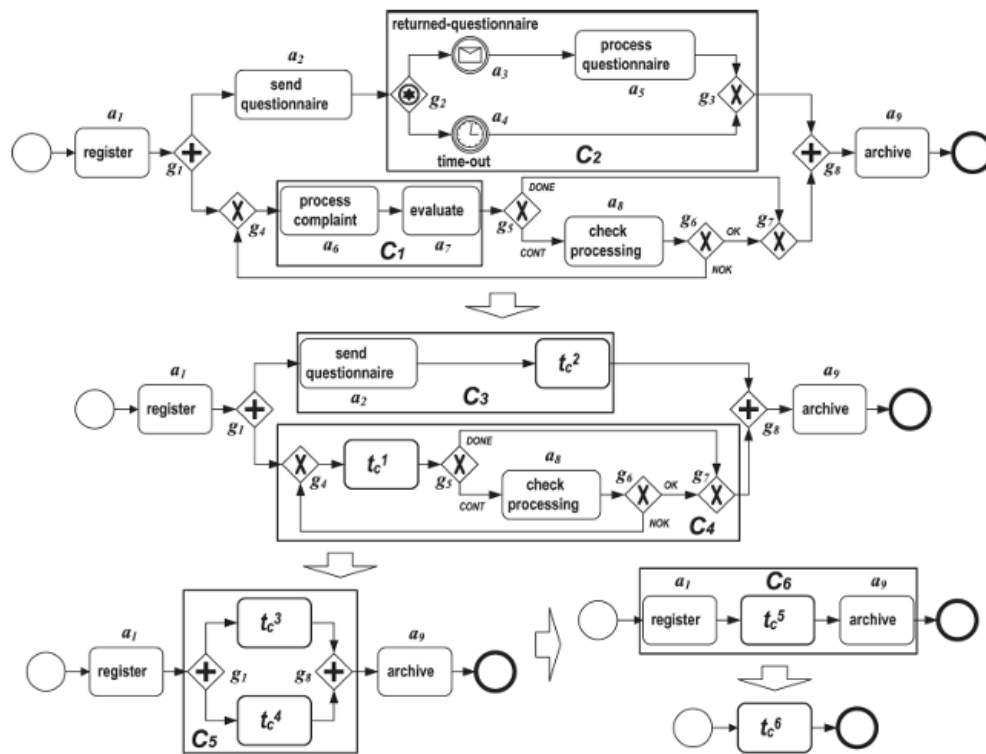
E. Contoh penerapan BPMN ke BPEL

Penerapan BPMN ke BPEL dapat dilihat seperti pada gambar 9, dijelaskan mengenai proses penanganan keluhan. Model ini digambarkan sebagai BPD inti yang terbentuk dengan baik. Pertama, keluhan didaftarkan (daftar tugas), kemudian secara paralel, kuesioner dikirimkan kepada pengadu (kuesioner akhir tugas) dan keluhan diproses (keluhan proses tugas). Jika pengadu mengembalikan kuesioner dalam waktu dua minggu (event pengembalian kuesioner), kuesioner proses tugas akan diproses, jika tidak, hasil kuesioner akan dibuang (event time-out). Secara paralel, keluhan dievaluasi (evaluasi tugas), berdasarkan hasil evaluasi, pemrosesan akan dihentikan atau dilanjutkan ke pemrosesan pemeriksaan tugas. Jika hasil pemeriksaan tidak OK, maka pengaduan memerlukan pemrosesan ulang. Akhirnya, arsip tugas dieksekusi. label DONE, CONT, OK dan NOK pada aliran keluar dari setiap data berbasis gerbang keputusan XOR, adalah representasi abstrak dari kondisi pada aliran ini.



Gambar 9 Model of Complaint Handling Process

BPD di gambar 9 diterjemahkan menjadi BPEL. Gambar 9 menunjukkan sketsa prosedur penerjemahan yang menunjukkan bagaimana BPD ini dapat direduksi menjadi BPD sederhana. Enam komponen diidentifikasi. Setiap komponen diberi nama Ci di mana i menyatakan apa yang akan diproses oleh komponen tersebut, dan Ci dilipat menjadi objek yang diberi nama c. Selain itu, kami juga menetapkan pengenal untuk setiap tugas atau peristiwa perantara dan pengenal untuk setiap pintu gerbang di BPD awal. Perlu disebutkan bahwa dengan fokus pada perspektif aliran kontrol, definisi proses BPEL yang dihasilkan akan direpresentasikan dalam sintaks BPEL yang disederhanakan yang mendefinisikan aliran kontrol untuk proses tetapi tidak termasuk semua detail yang terkait dengan definisi seperti mitra, pesan, dan variabel. Terjemahan pertama. Algoritma pertama-tama harus menemukan komponen-komponen urutan. Pada BPD awal yang ditunjukkan pada Gambar 9, komponen C1 yang terdiri dari task 6 dan 7 merupakan satu-satunya komponen SEQUENCE yang dapat diidentifikasi, sehingga C1 dilipat ke dalam task 1 c yang dilampirkan pada terjemahan BPEL.



Gambar 10 Translating the complaint handling process model into BPEL

KESIMPULAN

Keberhasilan implementasi BPEL (Business Process Execution Language) di setiap perusahaan dapat bervariasi tergantung pada sejumlah faktor, termasuk konteks bisnis, tujuan implementasi, keterlibatan pengguna, dan kesiapan teknologi. Keberhasilan implementasi BPEL adalah tercapainya tujuan bisnis yang telah ditetapkan. Tujuan bisnis ini dapat berupa peningkatan efisiensi, efektivitas, atau produktivitas. Untuk mencapai keberhasilan implementasi BPEL, diperlukan perencanaan yang matang dan dukungan dari semua pihak yang terlibat. Kendala dan hambatan implementasi BPEL di setiap perusahaan diantaranya keengganan peran terhadap perubahan, kurangnya komunikasi antar bagian, kurangnya kepercayaan, karakteristik lingkungan, kompleksitas BPEL, ketersediaan sumber daya dan Kompatibilitas dengan teknologi lain. BPEL dapat digunakan untuk mengintegrasikan berbagai sistem dan aplikasi. Namun, perlu dipastikan bahwa BPEL kompatibel dengan teknologi lain yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Saraswathi, and J. Singh, "Oracle SOA BPEL Process Manager 11gR1 – A Hands-on Tutorial", O'Reilly Media, Inc., [E-book]. Available: <https://learning.oreilly.com/library/view/ws-bpel-2-0-beginners/9781849688963/>. Accessed : 16 Desember 2023.

[2] M. B. Juric, and D. Weerasiri, "WS-BPEL 2.0 Beginner's Guide", O'Reilly Media, Inc., [E-book]. Available : <https://learning.oreilly.com/library/view/ws-bpel-2-0-beginners/9781849688963/>. Accessed : 16 Desember 2023.

[3] L. Zhang, S. Yu, X. Ding, and Xiaodong Wang, "Research on IOT RESTful Web Service Asynchronous Composition Based on BPEL". IEEE 2014 Sixth International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, Hangzhou, China, 2014.

[4] S. D. Kim, J. Y. Lee, D. Y. Kim, C. W. Park and H. J. La, "Modeling BPEL-Based Collaborations with Heterogeneous IoT Devices". IEEE 2014 IEEE 12th International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Dalian, China, 2014.

[5] S. Qibo, and L. J. Shan, "IOT: Concept, Architecture and Technologies[J]". Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 2010. (33) 3 : 1-9.

[6] W. Yang, G. Xu, and J. Wang, "Research and Implementation of Cooperation Method Based on BPEL in Mobile Workflow System", IEEE 2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks, Xi'an, China, 2011.

- [7] P. Shuqing, and D. Huining. "Design and Implementation of Workflow Engine for Service-Oriented Architecture," Proc. of SPIE The International Society for Optical Engineering, IEEE Press, Apr. 2009, pp. 147-151
- [8] M. Ferber, T. Rauber, and S. Hunold, "BPEL Remote Objects: Integrating BPEL Processes into Object-Oriented Applications", IEEE 2010 IEEE International Conference on Services Computing, Miami, FL, USA, 2010.
- [9] M. Bakhshandeh, Y. Z. Mehrjerdi, and H. H. Nasab, "A Proactive Approach to Evaluate Performance of BPEL Workflows by Queuing Theory and Stochastic Petri Net", IEEE 2019 15th Iran International Industrial Engineering Conference (IIIEC), Yazd, Iran, 2019.
- [10] Z. Haiteng, S. Zhiqing, and Z. Hong, "Runtime monitoring Web services implemented in BPEL", IEEE 2011 International Conference on Uncertainty Reasoning and Knowledge Engineering, Bali, Indonesia, 2011.
- [11] X. G. Cai, W. Z. Feng, Z. X. Jia, and J. G. Jun, "Realization of business process automation based on web services and WS-BPEL", IEEE ICSSM11, Tianjin, China, 2011.
- [12] T. H. Kuo, C. H. Chen, H. Y. Kung, and Y. S. Liao, "Applications of the web service middleware framework based on the BPEL", IEEE 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics, Kyoto, Japan, 2016.
- [13] Triandini E, Jayanatha S, Indrawan A, Putra GW, Iswara B. Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia. *Indones J Inf Syst.* 2019;1, 2019
- [14] M. Hertis, M.B. Juric, "An empirical analysis of business process execution language Usage," IEEE Transactions on Software, vol. 40, no.8, pp. 738-757, 2014.
- [15] M. Pantazoglou, I. Pogkas, A. Tsalgatidou, "Decentralized enactment of BPEL processes," IEEE Transactions on Services Computing, vol. 7, no.2, pp. 184-197, 2014.
- [16] K. Goel, W. Bandara, and G. Gable, "Conceptualizing Business Process Standardization: A Review and Synthesis," *Schmalenbach Journal of Business Research*, Apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1007/s41471-023-00158-y>.
- [17] A. Shafagatova, A. Van Looy, and S. Maleki Shamasbi, "Uncovering the Combined Impact of Process Characteristics and Reward Types on Employees' Job Satisfaction: A European Quantitative Study," *SAGE Open*, vol. 13, no. 1, p. 215824402311601, Jan. 2023, doi: <https://doi.org/10.1177/21582440231160125>.
- [18] N. A. Nurlankyzy, "Business Process as the Basis of the Process Approach in Enterprise Management," *International Journal of Engineering and Management Research*, vol. 9, no. 2, pp. 166–170, Apr. 2019, doi: <https://doi.org/10.31033/ijemr.9.2.22>.
- [19] A. Fetais, G. M. Abdella, K. N. Al-Khalifa, and A. M. Hamouda, "Business Process Re-Engineering: A Literature Review-Based Analysis of Implementation Measures," *Information*, vol. 13, no. 4, p. 185, Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/info13040185>.
- [20] I. Stravinskiene and D. Serafinas, "The Link between Business Process Management and Quality Management," *Journal of Risk and Financial Management*, vol. 13, no. 10, p. 225, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/jrfm13100225>.
- [21] A. De Ramón Fernández, D. Ruiz Fernández, and Y. Sabuco García, "Business Process Management for optimizing clinical processes: A systematic literature review," *Health Informatics Journal*, vol. 26, no. 2, pp. 1305–1320, Oct. 2019, doi: <https://doi.org/10.1177/1460458219877092>.
- [22] P. Bocciarelli, A. D'Ambrogio, A. Giglio, and E. Paglia, "BPMN-Based Business Process Modeling and Simulation," 2019 Winter Simulation Conference (WSC), Dec. 2019, doi: <https://doi.org/10.1109/wsc40007.2019.9004960>.
- [23] I. Beerepoot et al., "The biggest business process management problems to solve before we die," *Computers in Industry*, vol. 146, no. 1, p. 103837, Apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103837>.
- [24] S. Pourmirza, S. Peters, R. Dijkman, and P. Grefen, "A systematic literature review on the architecture of business process management systems," *Information Systems*, vol. 66, pp. 43–58, Jun. 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.is.2017.01.007>.
- [25] A. V. Looy, "A quantitative and qualitative study of the link between business process management and digital innovation," *Information & Management*, vol. 58, no. 2, p. 103413, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.im.2020.103413>.
- [26] M. Kocbek, G. Jost, M. Hericko, and G. Polancic, "Business process model and notation: The current state of affairs," *Computer Science and Information Systems*, vol. 12, no. 2, pp. 509–539, 2015, doi: <https://doi.org/10.2298/csis140610006k>.

- [27] T. Lopes and S. Guerreiro, "Assessing business process models: a literature review on techniques for BPMN testing and formal verification," *Business Process Management Journal*, vol. 29, no. 8, pp. 133–162, Apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1108/bpmj-11-2022-0557>.
- [28] C. Sun, Y. M. Zhai, Y. Shang, and Z. Zhang, "BPELDebugger: An effective BPEL-specific fault localization framework," *Information and Software Technology*, vol. 55, no. 12, pp. 2140–2153, Dec. 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2013.07.009>.
- [29] M. Robinson, H. Shen, and J. Niu, "High Assurance BPEL Process Models," Springer eBooks, pp. 219–240, Jan. 2009, doi: https://doi.org/10.1007/978-0-387-87658-0_11.
- [30] S. Yongchareon, C. Liu, and X. Zhao, "UniFlexView: A unified framework for consistent construction of BPMN and BPEL process views," *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 32, no. 11, Dec. 2019, doi: <https://doi.org/10.1002/cpe.5646>.
- [31] C. Ouyang, M. Dumas, W. M. P. V. D. Aalst, A. H. M. T. Hofstede, and J. Mendling, "From business process models to process-oriented software systems," *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, vol. 19, no. 1, pp. 1–37, Aug. 2009, doi: <https://doi.org/10.1145/1555392.1555395>.