

TAKSONOMI DAN FORMALISASI RELASI ANTAR MODEL PROSES BISNIS BERBASIS ANOTASI EFEK

Tri A. Kurniawan

Software Engineering Research Grup (SERG), Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: triak@ub.ac.id

(Naskah masuk: 19 Juli 2017, diterima untuk diterbitkan: 26 September 2017)

Abstrak

Sebuah institusi, baik privat maupun nonprivat, bisa memiliki puluhan, ratusan bahkan ribuan proses bisnis yang dimodelkan dengan menggunakan bahasa pemodelan tertentu. Manajemen model sebanyak itu tidak mudah, terlebih lagi dengan adanya relasi antar model yang harus dikelola. Sehingga, alat bantu untuk memudahkan pengelolaan model proses bisnis tersebut sangat diperlukan, terlebih oleh institusi-institusi bisnis, guna mendukung kemampuannya untuk berkompetisi dalam persaingan bisnis yang sangat ketat. Untuk itu, penentuan taksonomi dan formalisasi relasi antar model menjadi aspek mendasar yang harus dilakukan agar alat bantu tersebut mampu memproses secara otomatis aspek-aspek yang diperlukan dalam pengelolaan model pada sebuah repositori proses bisnis. Pendefinisian taksonomi dan formalisasi relasi antar model proses bisnis menjadi kontribusi penting dari penelitian ini. Artikel ini membahas hal tersebut dengan mengacu pada anotasi efek yang diberikan pada setiap model proses bisnis, yang dimodelkan dengan BPMN. Artikel ini merupakan perbaikan dan penyempurnaan atas pendekatan yang sudah pernah dibahas oleh penulis pada publikasi sebelumnya. Ada tiga jenis relasi yang dibahas, yaitu *part-whole*, *inter-operation*, *generalization-specialization*. Taksonomi dan formalisasi relasi antar model proses bisnis ini diharapkan bisa membantu analis proses bisnis untuk menentukan secara tepat dan konsisten relasi-relasi yang ada dalam sebuah repositori proses bisnis yang kompleks.

Kata kunci: *anotasi efek, relasi, model proses bisnis, manajemen proses bisnis, taksonomi, formalisasi*

Abstract

An institution, either private or non-private, may have tens, hundreds even thousands of business processes which are modeled in a particular business process modeling language. Managing such models is not a trivial task, especially in dealing with inter-process relationships. Thus, a tool is required to assist any process analyst in managing such business process models, especially by enterprises, in order to strengthen their competitiveness in their hard business environment. As such, defining the taxonomy of inter-process relationships and formalizing them become a fundamental aspect as the basis for such tool to be able to automatically proceed any aspect of model management in a business process repository. Such taxonomy definition and formalization of inter-process relationships become the important contribution of this research. This article discusses such idea using effect annotation which is semantically applied to a business process, modeled in BPMN. It becomes a correction and improvement of the approach discussed in our previous publication. There are three discussed relationship types, i.e. part-whole, inter-operation, generalization-specialization. This taxonomy and formalization of inter-process relationships can be used by the process analyst to precisely and consistently establish any relationship which can occur in a tortuous repository of processes.

Keywords: *effect annotation, relation, business process model, business process management, taxonomy, formalization*

1. PENDAHULUAN

Proses bisnis yang dijalankan oleh sebuah institusi bisa sampai berjumlah ribuan, tergantung pada skala institusi tersebut. Untuk memudahkan pemahaman, proses bisnis tersebut dimodelkan dengan menggunakan bahasa pemodelan tertentu. Model proses bisnis tersebut disimpan dan dikelola di dalam sebuah repositori proses bisnis, baik dalam bentuk format internal dan/atau eksternal (Dijkman, et al., 2012). Dalam kenyataannya, repositori proses tersebut menyimpan banyak sekali model proses. Sebagai contoh, SAP R/3 memiliki lebih dari 600

model proses, sedangkan Suncorp mengelola lebih dari 6000 model proses (Ekanayake, et al., 2011). Selanjutnya, di antara model proses tersebut terdapat relasi saling ketergantungan yang dijelaskan secara deskriptif sesuai dengan taksonominya (Malone, et al., 1999) (Malone, et al., 2003).

Pengelolaan repositori model proses yang kompleks tersebut membutuhkan manajemen yang tidak sederhana, mengingat besarnya jumlah model yang harus ditangani serta adanya relasi saling ketergantungan antar proses yang harus dijaga. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah perubahan model proses bisnis yang dilakukan dalam sebuah institusi. Perubahan pada proses bisnis harus

dilakukan untuk menjaga keberlangsungan (*sustainability*) institusi dengan mempertimbangkan berbagai alasan, antara lain karena perubahan organisasi institusi (Todnem By, 2005), perubahan produk yang disebabkan oleh perubahan kebutuhan pelanggan, kebutuhan optimasi proses (Kurniawan, et al., 2011).

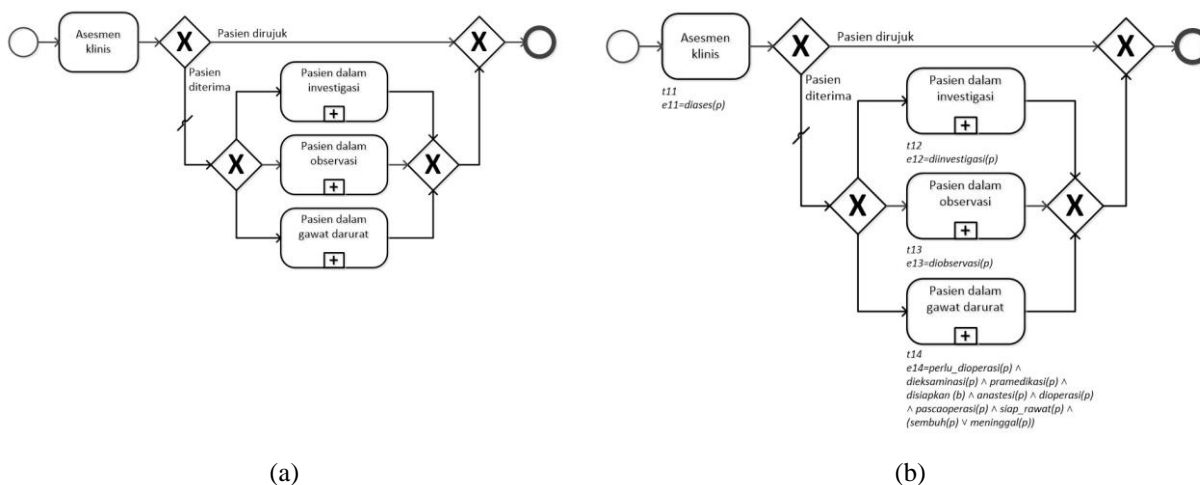
Perubahan proses bisnis tersebut harus dilakukan dengan tetap memperhatikan relasi saling ketergantungan antar model proses, mengingat sebuah perubahan proses bisa merusak relasi antar proses yang sudah ada dalam sebuah repositori. Mengelola perubahan proses dalam sebuah repositori model proses bisnis yang kompleks seperti itu bukanlah sesuatu yang mudah karena diperlukan mekanisme penalaran perubahan jika harus mempertahankan kesetimbangan relasi antar proses (Chua & Hossain, 2012) (Kurniawan, et al., 2012) (Weidlich, et al., 2012) (Mafazi, et al., 2013). Hal yang sama juga terjadi pada relasi antara proses dengan servis yang bersesuaian dalam sebuah sistem berbasis servis (Wang, et al., 2012). Untuk itu diperlukan sebuah alat bantu berbasis komputer yang handal guna menjaga konsistensi relasi yang terbentuk. Berdasarkan hal itu, peneliti berpendapat bahwa penentuan taksonomi dan pendefinisian secara formal dari berbagai bentuk relasi ketergantungan antar model proses menjadi aspek mendasar yang harus dilakukan agar alat bantu tersebut bisa berfungsi dengan baik. Namun demikian, penelitian yang telah ada belum sepenuhnya membahas kedua hal tersebut, seperti yang dibahas pada (Koliadis & Ghose, 2007), (Malone, et al., 2003), (Aalst & Hee, 1995) (Aalst & Basten, 2002). Penelitian-penelitian tersebut sudah mengusulkan klasifikasi relasi antar proses bisnis tetapi belum membahas formalisasinya. Untuk mengatasi hal itu, peneliti telah mengusulkan pendekatan baru dalam rangka penentuan taksonomi

dan formalisasi dari relasi antar proses bisnis pada publikasi sebelumnya (Kurniawan, et al., 2012). Namun demikian, dari hasil evaluasi ternyata sebagian formalisasi tersebut perlu diperbaiki dan disempurnakan, sebagaimana yang akan dijelaskan di dalam artikel ini. Formalisasi relasi antar model proses didasarkan hanya pada proses bisnis yang dimodelkan dengan menggunakan bahasa pemodelan BPMN (*business process model and notation*)¹ yang diperkaya dengan anotasi efek.

Pembahasan dalam artikel ini terbagi dalam beberapa bagian. Bagian 2 menjelaskan konsep pemodelan proses bisnis yang diperkaya dengan anotasi efek. Bagian 3 membahas taksonomi dan formalisasi relasi antar proses. Bagian 4 mengilustrasikan penggunaan formalisasi relasi antar proses. Bagian 5 menjelaskan secara singkat penelitian-penelitian sejenis yang telah dilakukan. Dan terakhir, Bagian 6 menjelaskan kesimpulan dan penelitian lanjutan yang mungkin bisa dilakukan.

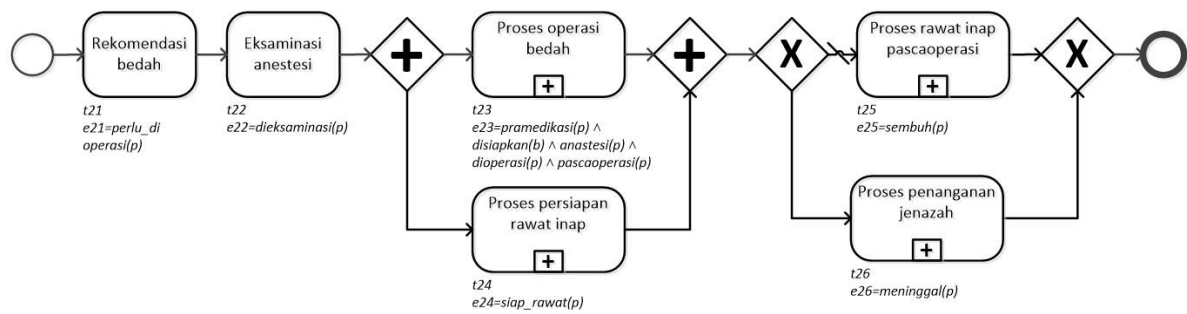
2. MODEL PROSES BISNIS YANG BERANOTASI EFEK

Anotasi efek berhubungan dengan hasil atau dampak sebuah aktivitas dalam sebuah model proses (Koliadis & Ghose, 2007). Aktivitas menyatakan pekerjaan yang dilakukan dalam sebuah proses bisnis. Aktivitas di dalam sebuah proses bisa bersifat atom (disebut dengan *task*) atau majemuk (disebut dengan *sub-process*) (White, 2004). Sebuah *task* adalah sebuah pekerjaan yang berada pada level terbawah dan sudah tidak bisa didekomposisi lagi menjadi pekerjaan-pekerjaan yang lain. *Sub-process* adalah pekerjaan yang masih bisa didekomposisi menjadi serangkaian pekerjaan lain yang dijelaskan dalam sebuah proses yang berbeda.



Gambar 1. Model proses bisnis ‘Manajemen Kedatangan Pasien Bedah Syaraf’: (a) tanpa anotasi efek, diadopsi secara parsial dari (Bertolini, et al., 2011); (b) dengan anotasi efek

¹ Homepage: <http://www.bpmn.org/>



Gambar 2. Model proses bisnis ‘Pasien di IGD’, sebagai perluasan *sub-process* t_{14} pada Gambar 1(b)

Sebuah model proses bisnis BPMN yang diperkaya dengan anotasi efek memiliki karakteristik khusus, yaitu setiap aktivitas, baik *task* maupun *sub-process*, akan diberikan anotasi efek yang disebut dengan efek seketika (*immediate effects*) (Author, 2013). Efek seketika adalah hasil atau dampak yang diperoleh dari eksekusi sebuah aktivitas. Oleh karena sebuah aktivitas bisa berupa *task* atau *sub-process*, maka efek seketika e_t dari sebuah aktivitas t (yang berupa *sub-process*) bisa bersifat tidak pasti (*non-deterministic*), karena untuk menghasilkan e_t bisa terdapat lebih dari 1 jalur eksekusi pada t . Banyaknya jalur eksekusi tersebut disebabkan oleh adanya pilihan jalur yang bisa diambil (dengan adanya sepasang gerbang-XOR atau lebih) pada sebuah proses. Oleh karena itu, e_t merupakan hasil atau dampak yang tidak bergantung pada konteks (*context-independent*) dari eksekusi t (yang berada pada proses apapun) dan merupakan himpunan dari skenario efek $\{es_1, es_2, \dots, es_n\}$ berdasarkan pada 1 sampai n jalur pada eksekusi tersebut. Dalam hal ini, karakteristik efek seketika dari *task* dan *sub-process* akan bisa berbeda. Untuk *task*, efek seketikanya hanya akan terdiri dari 1 skenario efek sehingga bersifat *past* (*deterministic*). Sedangkan untuk *sub-process*, efek seketikanya bersifat tidak pasti karena skenario efeknya bisa lebih dari 1.

Efek seketika dianotasikan pada setiap aktivitas dalam bentuk CNF (*conjunctive normal form*) sehingga memungkinkan proses analisis bisa menjelaskan efek seketika dalam bentuk himpunan dari kalimat hasil (*outcome clauses*). Setiap kalimat hasil direpresentasikan dengan menggunakan bahasa yang lebih formal dibandingkan bahasa natural, misalnya CNL (*controlled natural language*), sehingga memungkinkan komputer (dengan menggunakan teknik *theorem-prover*) bisa melakukan inferensi.

Untuk eksekusi sebuah proses yang komplisit maka akan menghasilkan efek kumulatif (*cumulative effects*). Efek kumulatif diperoleh dari akumulasi seluruh efek seketika dari aktivitas-aktivitas yang dilakukan sebelumnya, selama konsisten, sampai dengan titik di mana eksekusi berakhir di dalam sebuah proses dengan mempertimbangkan jalur yang dilalui. Inkonsistensi efek seketika terjadi jika terdapat kontradiksi atau saling meniadakan dari 2

atau lebih efek seketika yang muncul secara berurutan. Sebagai contoh, efek ‘*pintu_terbuka*’ dan ‘*pintu_tertutup*’ jika merupakan efek seketika dari 2 aktivitas berbeda yang dijalankan secara berurutan maka hasil akhirnya adalah ‘*pintu_tertutup*’ dan bukan ‘*pintu_terbuka dan pintu_tertutup*’.

Untuk mengelola variasi efek kumulatif tersebut maka digunakan konsep skenario efek (*effect scenario*). Sebuah skenario efek akan merepresentasikan sebuah jalur eksekusi dalam sebuah model proses bisnis. Sebuah proses bisnis bisa memiliki lebih dari satu skenario efek pada efek kumulatifnya di setiap titik yang ditentukan dalam proses.

Dengan penggunaan konsep anotasi efek pada proses model ini maka analisis statis pada saat *design time* dapat dilakukan pada sebuah proses untuk mengetahui dampak yang dihasilkan jika eksekusi dilakukan sampai titik tertentu pada proses tersebut. Dalam kasus lain, analisis proses mungkin perlu mengetahui proses mana saja yang hasil eksekusinya mengandung dampak tertentu dari sekumpulan proses bisnis dalam sebuah repositori sehingga bisa dilakukan analisis lanjutan untuk mengetahui tingkat kemiripan antar model proses.

Gambar 1(a) mengilustrasikan sebuah contoh proses bisnis tentang manajemen kedatangan pasien bedah syaraf di sebuah rumah sakit yang diadopsi secara parsial dari (Bertolini, et al., 2011), yang model aslinya dinyatakan dalam notasi EPC (*event-driven process chain*), dan selanjutnya ditransformasikan dalam notasi BPMN untuk kebutuhan penelitian ini. Proses ini terdiri dari 1 *task* dan 3 *sub-process*. Sementara, Gambar 1(b) menjelaskan model proses bisnis yang sama yang telah diberikan anotasi efek dalam bentuk FOL (*first order logic*) pada setiap aktivitasnya. Identitas aktivitas ditunjukkan dengan t_{ij} , sedangkan efek seketikanya dinyatakan dengan e_{ij} . Dengan adanya anotasi efek, maka kita bisa mengetahui dengan mudah hasil eksekusi sampai pada titik tertentu dari proses tersebut. Misalnya, jika pasien diterima tetapi harus diobservasi maka analisis hasil akhir eksekusi proses adalah $diases(p) \wedge diobservasi(p)$, karena aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan adalah t_{11} dan t_{13} . Analisis yang sama tidak bisa dilakukan jika proses bisnis tersebut tidak diberikan anotasi efek.

3. TAKSONOMI DAN FORMALISASI RELASI

Terdapat dua kategori relasi yang akan dibahas, yaitu ketergantungan fungsional (*functional dependencies*) dan ketergantungan konsistensi (*consistency links*). Kategori pertama terdiri dari relasi: *part-whole* dan *inter-operation*. Kategori kedua terdiri dari relasi: *specialization-generalization*. Pembahasan pada bagian ini merupakan perbaikan dan penyempurnaan terhadap ide yang dibahas di (Author, et al., 2012).

Untuk melakukan analisis efek dalam mendefinisikan relasi secara formal akan digunakan beberapa simbol, yaitu:

- **acc(P)** untuk menyatakan efek kumulatif jika proses *P* dieksekusi sampai pada akhir,
- **CE(P, t_i)** untuk menyatakan efek kumulatif jika proses *P* dieksekusi sampai pada aktivitas *t_i*,
- **es_j** untuk menyatakan skenario efek *ke - j*.

Sebagai catatan, *acc(P)* dan *CE(P, t_i)* masing-masing merupakan himpunan dari skenario efek yang bersifat tidak pasti.

3.1. Part-Whole

Relasi ini menyatakan ketergantungan secara fungsional dari 2 buah proses dimana sebuah proses (*whole*) membutuhkan fungsionalitas dari proses (*part*) yang lain untuk bisa memenuhi fungsionalitasnya sendiri. Secara logik terdapat titik insersi pada proses *whole* dari fungsionalitas proses *part*.

Definition 1. Insertion point

Inseri proses P2 pada aktivitas t dalam proses P1, P1 ↑^t P2, adalah sebuah desain proses yang didapatkan dengan menempatkan proses P2 dalam

P1 sebagai sebuah sub-process yang merupakan ekspansi dari aktivitas t.

Definition 2. Context-dependent part-whole

Diberikan model proses P1 dan P2, P2 adalah direct part dari P1 iff terdapat aktivitas t dalam P1 sedemikian sehingga CE(P1, t) = CE(P1 ↑^t P2, t).

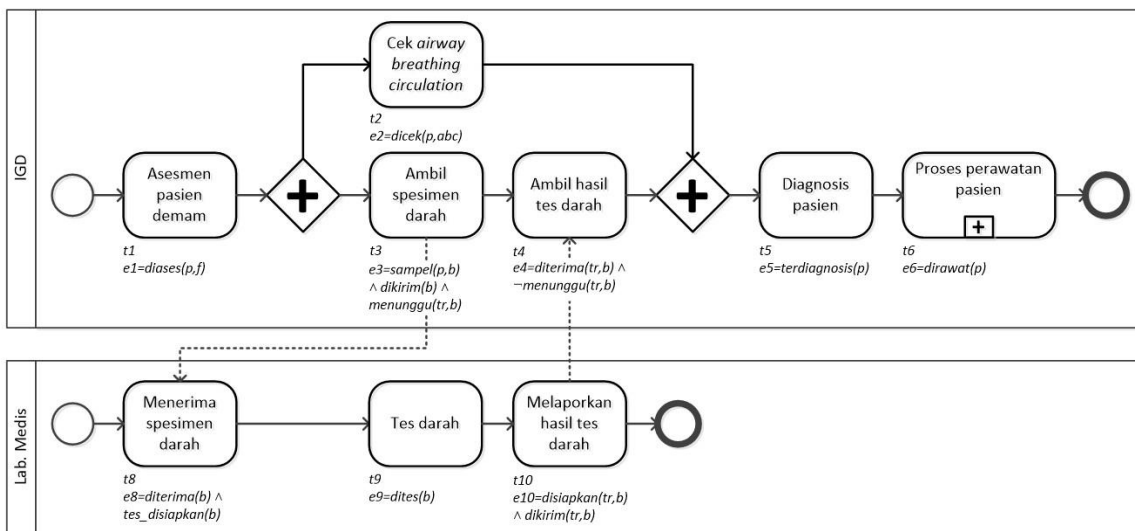
Definition 3. Context-independent part-whole

Diberikan model proses P1 dan P2, P2 adalah direct part dari P1 iff terdapat aktivitas t dalam P1 dengan efek seketika e_t = {es_{t1}, ..., es_{tm}} sedemikian sehingga ∀es_q ∈ acc(P2), ∃es_{tp} dimana es_{tp} = es_q dan ∀es_{tp}, ∃es_q ∈ acc(P2) dimana es_q = es_{tp}, dan 1 ≤ p ≤ m.

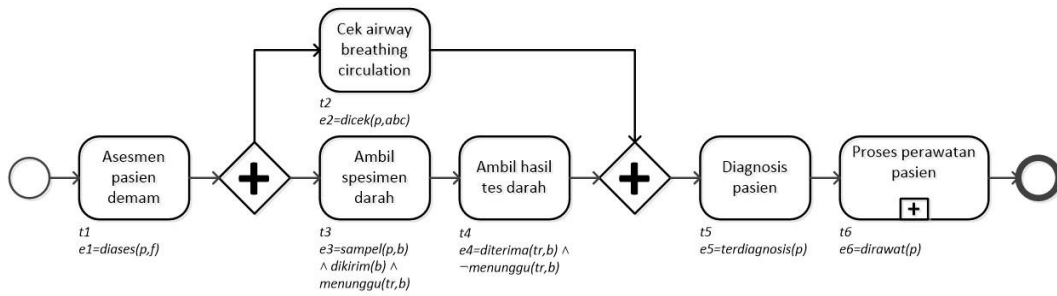
Context-dependent part-whole terjadi sebagai akibat adanya ketergantungan relasi pada efek yang terakumulasi pada seluruh aktivitas sebelum titik insersi *t*. Sedangkan, *context-independent part-whole* tidak bergantung pada konteks proses sama sekali tetapi pada efek seketika dari aktivitas yang berfungsi sebagai titik insersinya saja.

Gambar 2 mengilustrasikan sebuah model proses yang merupakan *part* dari model proses yang ada di Gambar 1(b) pada aktivitas *t₁₄* yaitu ‘Pasien dalam gawat darurat’. Dalam hal ini, model-model proses yang ada di Gambar 1(b) dan Gambar 2 masing-masing berperan sebagai *whole*, dinotasikan P1 dan *part*, dinotasikan P2. Aktivitas *t₁₄* pada Gambar 1(b) berfungsi sebagai *insertion point* untuk proses yang ada di Gambar 2. Relasi kedua proses telah memenuhi ketentuan-ketentuan yang ada pada *Definition 2* dan *3*, dengan penjelasan berikut. Efek kumulatif pada pada titik insersi *t₁₄* adalah CE(P1, *t₁₄*) = {es₁₄₁, es₁₄₂}. Dengan melakukan akumulasi efek, maka diperoleh:

- es₁₄₁ = *diases(p) ∧ perlu_dioperasi(p) ∧ dieksaminasi(p) ∧ pramedikasi(p) ∧ disiapkan(b) ∧ anestesi(p) ∧ dioperasi(p) ∧*



Gambar 3. Model proses ‘Penanganan Pasien Demam di IGD’ yang merupakan relasi *inter-operation* antara proses di Lab. Medis dan IGD



Gambar 4. Model proses 'Penanganan Pasien Demam di IGD', sebagai *generalized process*

$pascaoperasi(p) \wedge siap_rawat(p) \wedge sembuh(p)$;

- $es_{142} = dias(es(p) \wedge perlu_dioperasi(p) \wedge dieksaminasi(p) \wedge pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge anestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p) \wedge siap_rawat(p) \wedge meninggal(p)$.

Perhitungan yang lain dengan memasukkan P2 pada titik insersi akan diperoleh $CE(P1 \uparrow^{t_{14}} P2, t_{14}) = \{es'_{141}, es'_{142}\}$, dimana:

- $es'_{141} = dias(es(p) \wedge perlu_dioperasi(p) \wedge dieksaminasi(p) \wedge pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge anestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p) \wedge siap_rawat(p) \wedge sembuh(p)$;
- $es'_{142} = dias(es(p) \wedge perlu_dioperasi(p) \wedge dieksaminasi(p) \wedge pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge anestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p) \wedge siap_rawat(p) \wedge meninggal(p)$.

Dari analisis efek tersebut dapat disimpulkan bahwa $CE(P1, t_{14}) = CE(P1 \uparrow^{t_{14}} P2, t_{14})$.

3.2. Inter-operation

Relasi ini terjadi di antara dua proses bisnis jika terdapat minimal 1 pesan yang dipertukarkan di antara keduanya dan tidak ada kontradiksi di antara efek kumulatif pada aktivitas-aktivitas yang terlibat dalam pertukaran pesan tersebut.

Definition 4. Inter-operation

Diberikan model proses P1 dan P2, relasi *inter-operation* terjadi di antara kedua proses pada aktivitas t_i dan t_j iff kedua kondisi berikut terpenuhi:

- $\exists t_i$ di P1, $\exists t_j$ di P2 sedemikian sehingga $t_i \rightarrow t_j$, yang menyatakan bahwa t_i mengirim pesan ke t_j , atau arah sebaliknya $t_j \rightarrow t_i$;
- diasumsikan $E_i = \{es_{i1}, es_{i2}, \dots, es_{im}\}$ adalah efek kumulatif proses P1 pada aktivitas t_i , yaitu $CE(P1, t_i)$, dan $E_j = \{es_{j1}, es_{j2}, \dots, es_{jm}\}$ adalah efek kumulatif proses P2 pada aktivitas t_j , yaitu $CE(P2, t_j)$. Maka, tidak ada kontradiksi di antara E_i dan E_j untuk semua $es_{ip} \in E_i$ dan $es_{jq} \in E_j$

sedemikian sehingga $es_{ip} \cup es_{jq} \vdash \perp$ tidak terpenuhi, dimana $1 \leq p \leq m$ dan $1 \leq q \leq n$.

Aktivitas yang mengirimkan pesan disebut dengan *aktivitas pengirim*, sedangkan yang menerima disebut *aktivitas penerima*. Kontradiksi efek terjadi jika efek yang diharapkan (yang terakumulasi di sisi penerima) berbeda atau berlawanan dengan efek yang terjadi (yang terakumulasi di sisi pengirim). Jika hal itu terjadi, maka relasi *inter-operation* tidak relevan untuk dua buah proses yang saling berkirim pesan.

Gambar 3 menggambarkan model proses 'Penanganan Pasien Demam di IGD' yang melibatkan relasi *inter-operation* 2 buah proses dari 2 bagian yang berbeda, yaitu Lab. Medis dan IGD. Kedua proses saling bertukar pesan: dikirim oleh aktivitas t_3 dan diterima oleh t_8 ; serta dikirim oleh aktivitas t_{10} dan diterima oleh t_4 . Kedua pesan yang terkirim memenuhi ketentuan pada *Definition 4*, dengan penjelasan berikut. Secara semantik, kita bisa menganalisis efek akumulatif masing-masing di sisi pengirim dan penerima, yaitu $CE(P1, t_3) = \{es_{13}\}$ dan $CE(P2, t_8) = \{es_{28}\}$ dimana:

- $es_{13} = dias(es(p, f) \wedge sampel(p, b) \wedge dikirim(b) \wedge menunggu(tr, b)$;
- $es_{28} = diterima(b) \wedge tes_disiapkan(b)$.

Dari hasil analisis efek tersebut dapat disimpulkan bahwa $es_{13} \cup es_{28} \vdash \perp$ tidak terpenuhi. Dengan cara yang sama, kita bisa menganalisis untuk pertukaran pesan kedua berlaku hal yang sama untuk $CE(P2, t_{10}) = \{es_{210}\}$ dan $CE(P1, t_4) = \{es_{14}\}$.

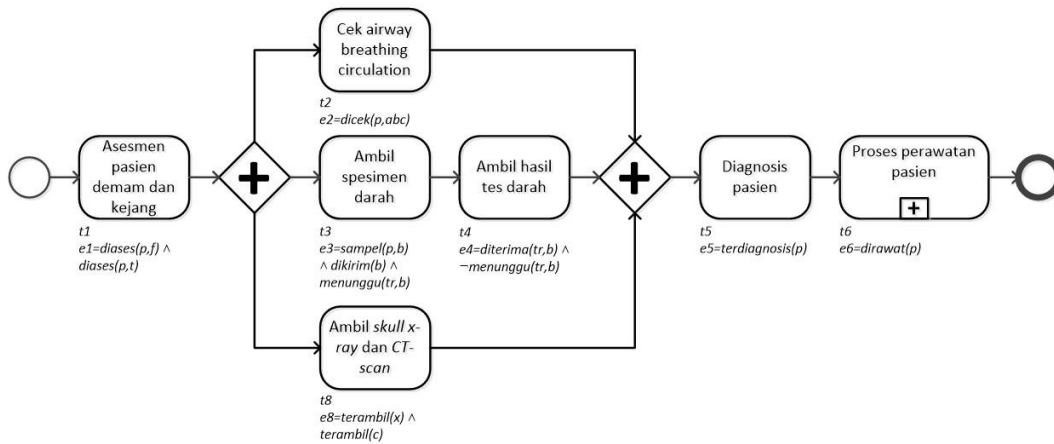
3.3. Generalization-Specialization

Dua buah proses memiliki relasi seperti ini jika secara mendasar salah satu proses memiliki fungsionalitas yang sama dengan proses yang lain tetapi memiliki cakupan yang lebih luas. Pada kondisi ini, secara fungsionalitas proses yang satu merupakan perluasan dari proses yang lain.

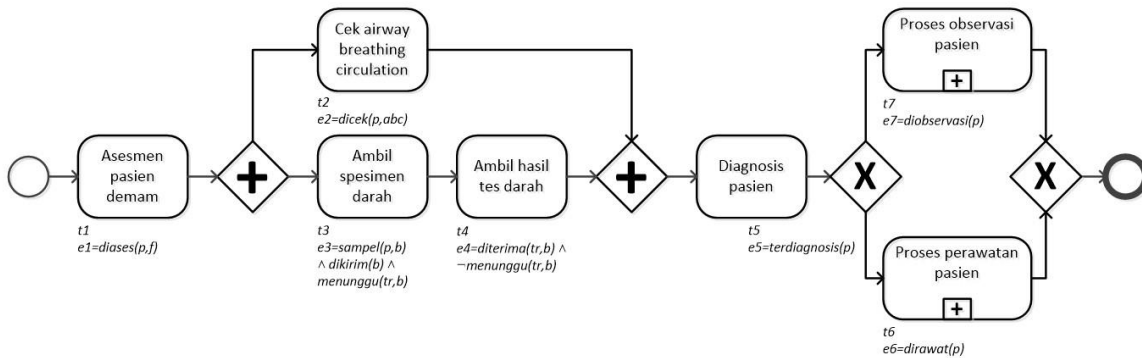
Definition 5. Strict generalization-specialization

Diberikan model proses P1 dan P2, P2 adalah *specialization* dari P1 jika memenuhi aturan berikut:

- $\forall es_i \in acc(P1), \exists es_j \in acc(P2)$ sedemikian sehingga $es_j \models es_i$
- $\forall es_j \in acc(P2), \exists es_i \in acc(P1)$ sedemikian sehingga $es_j \models es_i$



Gambar 5. Model proses ‘Penanganan Pasien Demam dan Kejang di IGD’, sebagai *specialized process* dalam skema *strict generalization-specialization*



Gambar 6. Model proses ‘Penanganan Pasien Demam dengan Opsi Observasi di IGD’, sebagai *specialized process* dalam skema *relax generalization-specialization*

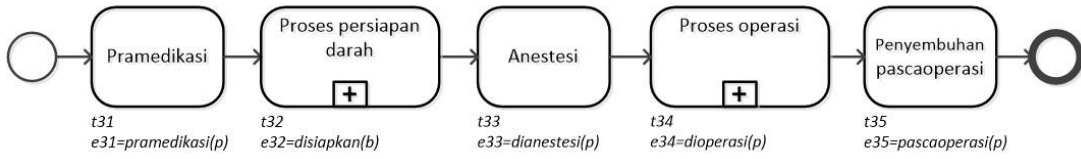
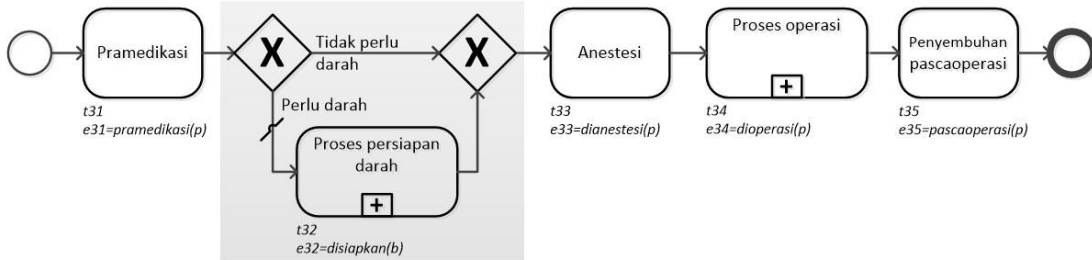
Definition 5 merupakan perbaikan atas definisi yang telah dibahas pada (Author, et al., 2012) tentang *generalization-specialization*, mengingat pada definisi sebelumnya terkandung pengertian yaitu kedua proses yang berelasi bisa dimaknai secara salah sebagai dua buah proses yang sama. Dari definisi yang baru ini, kita berasumsi bahwa ketentuan relasi ini bisa berlaku baik untuk proses yang berada dalam tahap desain maupun eksekusi.

Gambar 4 dan 5 mengilustrasikan dua model proses penanganan pasien demam di ruang gawat darurat. Proses ‘Penanganan Pasien Demam di IGD’ di Gambar 4, disebut $P1$, merupakan sebuah proses yang bersifat umum (*generalized process*) yang menjelaskan prosedur dasar bagi pasien demam. Gambar 5, disebut $P2$, menjelaskan model proses ‘Penanganan Pasien Demam dan Kejang di IGD’ yang merupakan spesialisasi dari proses di Gambar 4 dengan skema yang mengacu pada Definition 5. Spesialisasi ditunjukkan oleh perluasan fungsionalitas yang ada pada: (i) aktivitas yang sama pada kedua proses, yaitu t_1 ; (ii) penambahan aktivitas baru t_8 . Dari hasil analisis efek terhadap $acc(P1)$ dan $acc(P2)$ dapat dibuktikan bahwa ketentuan pada Definition 5 terpenuhi.

Definition 6. Relax generalization-specialization
 Diberikan model proses $P1$ dan $P2$, $P2$ adalah *specialization* dari $P1$ iff $\forall es_i \in acc(P1), \exists es_j \in acc(P2)$ sedemikian sehingga $es_j \models es_i$

Definition 6 merupakan perluasan/penambahan atas definisi yang telah dibahas pada (Author, et al., 2012) tentang *generalization-specialization*. Definisi ini dibuat berdasarkan kenyataan bahwa seorang analis proses, berdasarkan pengalamannya, bisa menyimpulkan adanya relasi *generalization-specialization* antar dua proses meskipun ketentuan pada Definition 5 tidak bisa terpenuhi semuanya.

Gambar 6, disebut $P2'$, tidak bisa disebut sebagai proses spesialisasi dari proses $P1$ di Gambar 4 jika mengacu pada Definition 5. Hal ini disebabkan oleh karena $P2'$ memiliki skenario efek yang tidak ada pada $P1$ dengan adanya gerbang XOR dan aktivitas baru t_7 . Namun demikian, secara intuitif kedua proses bisa disimpulkan memiliki relasi ini hanya pada tahap desain proses dan bukan pada tahap eksekusi proses, dengan mengacu pada konsep pewarisan klas yang ada pada pendekatan *object-oriented* (Booch, 1994). Dalam hal ini, $P2'$ memiliki himpunan skenario efek yang merupakan perluasan/pewarisan dari himpunan skenario efek

Gambar 7. Model proses bisnis ‘Operasi Bedah’, sebagai perluasan *sub-process* t_{23} pada Gambar 2

Gambar 8. Model proses bisnis pada Gambar 7 yang dimodifikasi pada daerah yang diarsir

yang dimiliki oleh $P1$. Berdasarkan pertimbangan ini, *Definition 6* merupakan definisi yang lebih longgar untuk menjelaskan relasi *generalization-specialization* dari sepasang proses. Dengan definisi ini maka $P2'$ bisa dinyatakan sebagai spesialisasi dari $P1$ karena setiap skenario efek yang ada di $P1$ terpenuhi oleh efek skenario yang ada di $P2'$.

4. SIMULASI MANAJEMEN PERUBAHAN MODEL PROSES BISNIS

Untuk memberikan ilustrasi bagaimana formalisasi relasi antar model proses bisnis diperlukan dalam manajemen model proses bisnis, kita akan membahas 2 aspek penting yaitu: (i) manajemen perubahan model proses yang diinisiasi oleh modifikasi pada salah satu model, dan (ii) pencarian model proses berdasarkan kata kunci efek seketika yang diberikan. Kita akan menggunakan sebuah repositori sederhana yang terdiri dari 3 buah model proses bisnis, yaitu masing-masing ditunjukkan pada Gambar 1(b) sebagai proses $P1$, Gambar 2 sebagai proses $P2$, dan Gambar 7 sebagai proses $P3$. Ketiga model menggambarkan hubungan *part-whole* antar proses bisnis. Proses $P2$ ‘Pasien di IGD’ merupakan **part** dari proses $P1$ ‘Manajemen Kedatangan Pasien Bedah Syaraf’. Sedangkan, proses $P3$ ‘Operasi Bedah’ merupakan **part** dari proses $P2$ ‘Pasien di IGD’. Berdasarkan analisis efek, masing-masing relasi telah memenuhi ketentuan *context-dependent part-whole* dengan mengacu pada *Definition 1* dan 2.

4.1. Manajemen perubahan model proses

Untuk menjalankan simulasi manajemen perubahan ini, harus ada sebuah proses yang diubah. Proses $P3$ pada Gambar 7 perlu dimodifikasi mengingat dalam kenyataannya tidak semua tindakan operasi membutuhkan persiapan darah, sebagaimana diilustrasikan sebagai proses $P3'$ pada Gambar 8. Berdasarkan perubahan ini, maka efek kumulatif

proses menjadi berbeda dengan sebelumnya, yaitu $acc(P3) = \{es_{31}\}$ dan $acc(P3') = \{es'_{31}, es'_{32}\}$ dengan penjelasan berikut:

- $es_{31} = pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge dianestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p)$
- $es'_{31} = pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge dianestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p)$
- $es'_{32} = pramedikasi(p) \wedge dianestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p)$

Dengan menambahkan sepasang gerbang-XOR, seperti terlihat pada Gambar 8, maka ada penambahan jumlah skenario efek pada $P3$ sehingga menjadi $P3'$. Pasca modifikasi, jumlah skenario efek kedua proses menjadi tidak sama karena adanya es_{32} , meskipun $es_{31} = es'_{31}$. Dengan demikian maka kesimpulannya adalah $acc(P3) \neq acc(P3')$. Perbedaan ini menyebabkan terjadinya gangguan relasi antara proses $P3$ yang dimodifikasi menjadi $P3'$ dengan proses $P2$, karena $CE(P2, t_{23}) \neq CE(P2 \uparrow^{t_{23}} P3', t_{23})$, sehingga *Definition 1* dan 2 tidak terpenuhi lagi. Sedangkan kondisi sebelumnya adalah $CE(P2, t_{23}) = CE(P2 \uparrow^{t_{23}} P3, t_{23})$. Agar gangguan relasi tersebut bisa diselesaikan maka proses $P2$ perlu dilakukan perubahan menjadi proses $P2'$, dengan memodifikasi efek seketika dari aktivitas t_{23} sehingga menjadi $e'_{23} = \{es_{231}, es_{232}\}$, dimana:

- $es_{231} = pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge dianestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p)$; dan
- $es_{232} = pramedikasi(p) \wedge dianestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p)$.

Selanjutnya, perubahan proses $P2$ ini akan menimbulkan gangguan relasi dengan proses $P1$ karena $CE(P1, t_{14}) \neq CE(P1 \uparrow^{t_{14}} P2', t_{14})$. Dengan jalan yang sama, gangguan relasi bisa diselesaikan dengan merubah efek seketika dari aktivitas t_{14} pada proses $P1$ untuk menjadi $P1'$. Sebagai hasil akhir,

repositori proses akan terdiri dari proses-proses $P1'$, $P2'$, dan $P3'$ setelah adanya perubahan-perubahan model proses dalam rangka untuk menjaga kesetimbangan relasi antar proses.

Mekanisme di atas merupakan proses untuk melakukan penjalaran perubahan (*change propagation*) pada model proses bisnis dalam rangka untuk menjaga kesetimbangan relasi antar model proses sehingga masing-masing relasi tetap memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah diatur dalam masing-masing *Definition*. Dengan adanya anotasi efek pada masing-masing aktivitas dari setiap model proses, maka proses identifikasi gangguan relasi dapat dilakukan secara otomatis oleh sebuah program komputer berdasarkan analisis efek kumulatifnya di titik-titik yang diperlukan pada model tersebut.

4.2. Manajemen pencarian model proses

Dalam sebuah repositori yang memiliki model proses yang berjumlah banyak, bisa ratusan bahkan ribuan, pencarian proses bisnis tidak mudah untuk dilakukan. Pencarian model proses biasanya dilakukan dengan mencari tingkat kemiripan dengan model proses yang dijadikan acuan berdasarkan struktur atau perilaku dari model proses secara keseluruhan maupun fragmentasinya (Dijkman, et al., 2011) (Becker & Laue, 2012) (Dumas, et al., 2013). Secara berbeda, kita akan melakukan simulasi untuk pencarian model proses berdasarkan semantiknya yang direpresentasikan dalam bentuk efek yang dihasilkan dari eksekusi satu atau lebih aktivitas dalam sebuah model proses. Sebagai acuan pencarian adalah sekumpulan efek seketika yang dinyatakan dalam bentuk CNF. Sebagai hasilnya adalah sekumpulan model proses yang efek kumulatifnya mengandung efek acuan yang telah ditentukan. Selanjutnya, analisis proses akan melakukan pemilihan model proses yang paling sesuai dari sekumpulan model yang direkomendasikan oleh aplikasi.

Sebagai ilustrasi, jika ditentukan efek yang digunakan sebagai acuan pencarian adalah $diases(p) \wedge diinvestigasi(p)$, maka hasil yang direkomendasikan adalah proses $P1$ yang dijelaskan pada Gambar 1(b). Efek kumulatif proses tersebut adalah $acc(P1) = \{es_{11}, es_{12}, es_{13}, es_{14}, es_{15}\}$, dimana:

- $es_{11} = diases(p)$
- $es_{12} = diases(p) \wedge diinvestigasi(p)$
- $es_{13} = diases(p) \wedge diobservasi(p)$
- $es_{14} = diases(p) \wedge perlu_dioperasi(p) \wedge dieksaminasi(p) \wedge pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge anestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge pascaoperasi(p) \wedge siap_rawat(p) \wedge sembuh(p)$
- $es_{15} = diases(p) \wedge perlu_dioperasi(p) \wedge dieksaminasi(p) \wedge pramedikasi(p) \wedge disiapkan(b) \wedge anestesi(p) \wedge dioperasi(p) \wedge$

$$pascaoperasi(p) \wedge siap_rawat(p) \wedge meninggal(p)$$

Hasil analisis efek menunjukkan bahwa efek acuan sesuai dengan efek yang dihasilkan dari eksekusi proses $P1$ pada salah satu skenario efek, yaitu es_{12} . Sedangkan kedua proses yang lain, $P2$ dan $P3$, tidak memiliki satupun skenario efek yang sesuai dengan efek acuan.

5. PENELITIAN SEJENIS

Penelitian tentang taksonomi dan formalisasi relasi antar model proses bisnis sejauh ini dilakukan sangat terbatas oleh para peneliti sebelumnya, sebagaimana yang dibahas pada (Koliadis & Ghose, 2007), (Malone, et al., 2003), (Aalst & Hee, 1995) (Aalst & Basten, 2002). Relasi *part-whole* yang diusulkan dalam artikel ini bersesuaian dengan *use-parts* dalam (Malone, et al., 2003) meskipun relasi *use-parts* tersebut tidak dinyatakan secara formal. Mereka menggunakan dekomposisi dalam mengelola pengetahuan/informasi yang berkaitan dengan proses-proses yang ada dalam repositori. Relasi *inter-operation* yang dibahas dalam artikel ini memperluas pengertian yang ada di (Koliadis & Ghose, 2007) dan sekaligus diformalisasi. Selanjutnya, relasi *specialization-generalization* yang dibahas pada artikel ini memiliki kemiripan dengan yang ada di (Malone, et al., 2003), meskipun mereka menggunakan istilah *specializations-generalizations*. Konsep *specialization* mereka didasarkan pada perilaku (*behavior*) dari proses, dimana perilaku dari proses yang bersifat spesialisasi merupakan bagian (*subset*) dari perilaku proses yang bersifat umum. Sejauh ini, konsep *specialization-generalization* yang dibahas pada artikel ini lebih dekat pengertiannya dengan konsep *projection inheritance* yang dibahas di (Aalst & Basten, 2002).

Berbeda dengan berbagai penelitian yang sudah ada, konsep relasi antar model proses bisnis yang diajukan dalam artikel ini didasarkan pada anotasi efek semantik yang memungkinkan manajemen relasi antar model proses bisnis dalam sebuah repositori proses bisa dilakukan secara semiotomatis dengan bantuan sebuah aplikasi.

6. KESIMPULAN

Taksonomi dan formalisasi dari 3 jenis relasi yang mungkin terjadi antar model proses bisnis dalam sebuah repositori proses bisnis telah dibahas, yaitu *part-whole*, *inter-operation*, dan *specialization-generalization*. Pembahasan ketiga relasi tersebut dibangun berdasarkan konsep anotasi efek secara semantik pada model proses bisnis yang merupakan perbaikan dan penyempurnaan terhadap artikel yang sudah pernah dipublikasikan sebelumnya. Dari hasil simulasi, dapat diketahui bahwa manajemen model proses, misalnya dalam hal manajemen perubahan dan pencarian proses, pada sebuah repositori proses

yang kompleks dan besar dapat dilakukan dengan pendekatan anotasi efek semantik ini. Sehingga, dengan adanya taksonomi dan formalisasi tersebut, maka manajemen relasi antar model proses dalam sebuah repositori yang kompleks dan besar bisa dilakukan secara semiotomatis dengan bantuan sebuah aplikasi. Peran analisis proses tetap diperlukan dalam melakukan penentuan akhir terhadap rekomendasi yang diberikan oleh aplikasi, sehingga manajemen proses dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

7. DAFTAR PUSTAKA

- AALST, W. M. P. V. D. & BASTEN, T., 2002. Inheritance of workflows: an approach to tackling problems related to change. *Theoretical Computer Science*, 270(1), pp. 125-203.
- AALST, W. M. P. V. D. & HEE, K. M. V., 1995. Framework for business process redesign. *Proceedings of the Fourth Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprise*, pp. 36-45.
- BECKER, M. & LAUE, R., 2012. A comparative survey of business process similarity measures. *Computers in Industry*, 63(2), pp. 148-167.
- BERTOLINI, M., BEVILACQUA, M., CIARAPICA, F. E. & GIACCHETTA, G., 2011. Business process re-engineering in healthcare management: a case study. *Business Process Management Journal*, 17(1), pp. 42-66.
- BOOCH, G., 1994. *Object Oriented Analysis & Design with Application*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc..
- CHUA, D. K. & HOSSAIN, M. A., 2012. Predicting change propagation and impact on design schedule due to external changes. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 59(3), pp. 483-493.
- DIJKMAN, R. ET AL., 2011. Similarity of business process models: Metrics and evaluation. *Information Systems*, 36(2), pp. 498-516.
- DIJKMAN, R. M., LA ROSA, M. & REIJERS, H. A., 2012. Managing large collections of business process models-current techniques and challenges. *Computers in Industry*, 63(2), pp. 91--97.
- DUMAS, M., GARCIA-BAÑUELOS, L., LA ROSA, M. & UBA, R., 2013. Fast detection of exact clones in business process model repositories. *Information Systems*, 38(4), pp. 619-633.
- EKANAYAKE, C. C., LA ROSA, M., TER HOFSTEDÉ, A. H. & FAUVET, M.-C., 2011. Fragment-based version management for repositories of business process models. Dalam: *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2011*. Springer, pp. 20-37.
- KOLIADIS, G. & GHOSE, A., 2007. Verifying semantic business process models in inter-operation. Dalam: *IEEE International Conference on Services Computing, 2007. SCC 2007*. IEEE, pp. 731-738.
- KURNIAWAN, T. A., GHOSE, A. K., DAM, H. K. & LÊ, L.-S., 2012. Relationship-preserving change propagation in process ecosystems. *Service-Oriented Computing*, pp. 63-78.
- KURNIAWAN, T. A., GHOSE, A. K. & LÊ, L.-S., 2011. A framework for optimizing inter-operating business process portfolio. Dalam: *Information Systems Development*. Springer, pp. 383-396.
- KURNIAWAN, T. A., GHOSE, A. K., LÊ, L.-S. & DAM, H. K., 2012. On formalizing inter-process relationships. *Business Process Management Workshops*, pp. 75-86.
- MAFAZI, S., GROSSMANN, G., MAYER, W. & STUMPTNER, M., 2013. On-the-fly change propagation for the co-evolution of business processes. *On the Move to Meaningful Internet Systems*, pp. 75-93.
- MALONE, T. W. ET AL., 1999. Tools for inventing organizations: Toward a handbook of organizational processes. *Management Science*, Volume 45, pp. 425-443.
- MALONE, T. W., CROWSTON, K. & HERMAN, G. A., 2003. *Organizing business knowledge: the MIT process handbook*. MIT press.
- TODNEM By, R., 2005. Organisational change management: A critical review. *Journal of Change Management*, Volume 5, pp. 369-380.
- WANG, Y., Yang, J., ZHAO, W. & SU, J., 2012. Change impact analysis in service-based business processes. *Service Oriented Computing and Applications*, 6(2), pp. 131-149.
- WEIDLICH, M., MENDLING, J. & WESKE, M., 2012. Propagating changes between aligned process models. *Journal of Systems and Software*, 85(8), pp. 1885-1898.
- WESKE, M., 2012. *Business process management: concepts, languages, architectures*. 2nd Edition. Berlin: Springer Science & Business Media.
- WHITE, S. A., 2004. Introduction to BPMN. *BPTrends*, Volume 2, pp. 1-11.