

PEMBUATAN MODEL PROSES INTERAKSI PERENCANAAN PRODUKSI DAN MANAJEMEN MATERIAL PADA ERP DENGAN *PROCESS MINING*

Mahendrawathi ER¹⁾, Renny P. Kusumawardani²⁾, Hanim Maria Astuti³⁾, Irwan Haryo Yudananto⁴⁾

¹Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, 60111

Telp : (031) 5999944, Fax : (031) 5964965

E-mail : mahendra_w@is.its.ac.id¹⁾, renny@is.its.ac.id²⁾, hanim03@gmail.com,
irwan.haryo@gmail.com³⁾

Abstrak

Process mining adalah teknik yang dikembangkan untuk memodelkan, menganalisis dan mengevaluasi proses bisnis berdasarkan catatan kejadian dari sistem. Saat ini implementasi process mining pada kasus nyata mulai banyak dilakukan di berbagai bidang, seperti sistem healthcare, proses software maupun manufaktur. Paper ini menampilkan hasil pemodelan proses pada bidang manufaktur yakni interaksi antara modul Materials Management dengan Production Planning pada sistem Enterprise Resources Planning (ERP) di PT. ABC dengan teknik process mining, berdasarkan Algoritma Alpha++ dan Algoritma Genetika. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah terdiri dari: 1) survey untuk menentukan cakupan implementasi dan menentukan case id serta atribut dari tabel ERP yang akan digunakan, 2) ekstraksi database dan pembentukan event log dan 3) pemodelan dengan teknik process mining dimana event log yang dihasilkan kemudian diolah dengan bantuan ProM untuk menghasilkan model proses. Berdasarkan hasil pemodelan terlihat bahwa algoritma genetika memiliki kinerja yang lebih baik dari pada Alpha++ dalam memodelkan log terutama dari sisi presisi, dikarenakan event log mengandung banyak variasi skenario yang frekuensi kemunculannya rendah (noise) dan algoritma Genetika mampu mengatasi hal tersebut dibandingkan Alpha++.

Kata kunci: process mining, algoritma genetika, algoritma Alpha++, perencanaan produksi, manajemen material, Enterprise Resources Planning

Abstract

Process mining is a technique to model, analyse and evaluate business process based on event log obtained from the system. Research focusing on the implementation of process mining in real cases—such as healthcare systems, software process improvement and manufactur—is currently in the growing state. This paper presents process models as the result of interaction between Materials Management and Production Planning modules in Enterprise Resources Planning system at PT. ABC, a manufacture company. The process models are generated using Alpha++ and Genetic Algorithm. The research methodology comprises of: 1) survey to define the scope of implementation, case ID and attributes of the ERP tables, 2) database extraction and event log development and 3) the modeling of event log using process mining technique. Based on the modeling results, it is found that Genetic Algorithm yields a better performance compared to Alpha++ in modelling the log especially in term of precision. This is due to the fact that the event log contains a lot of scenarios with low frequency (noise) that Genetic Algorithm can handle this better than Alpha++.

Keywords: process mining, genetic algorithm, Alpha++ algorithm, production planning, material management, Enterprise Resources Planning

1. PENDAHULUAN

Enterprise Resource Planning (ERP) merupakan sebuah sistem yang bertujuan untuk mengintegrasikan data dan informasi dari berbagai proses bisnis dalam perusahaan sehingga berbagai proses bisnis tersebut dapat berjalan secara selaras. ERP terdiri dari banyak modul yang mengandung proses bisnis yang saling terkait dan terintegrasi satu sama lain. Kebanyakan perusahaan pada umumnya menyimpan catatan (*log*) aktivitas terkait dengan penggunaan sistem ERP di perusahaan untuk tujuan audit, namun hanya sedikit yang menyimpan log untuk

melakukan analisis tujuan dan meneliti level proses [1]. Catatan kejadian (*event log*) merupakan kumpulan catatan aktivitas-aktivitas yang dilakukan seorang pengguna di dalam sistem atau aplikasi ERP. Adanya event log memungkinkan perusahaan untuk melakukan pemodelan, analisis dan evaluasi terhadap proses bisnis yang dijalankan sebagai bagian dari seluruh siklus manajemen proses bisnis. Teknik yang dikembangkan untuk mencapai tujuan tersebut adalah *Process Mining*.

Process mining merupakan suatu metode ekstraksi model proses bisnis aktual dari log sistem informasi [2]. Selain itu, *process mining* merupakan suatu metode untuk melakukan penyaringan deskripsi proses yang terstruktur dari sekumpulan eksekusi nyata dari perusahaan [3]. Salah satu kelebihan dari penggunaan *event log* dan teknik *process mining* adalah data yang diolah benar-benar data aktual dari proses bisnis perusahaan dan bukan merupakan asumsi dari para pengguna ERP perusahaan tersebut. Proses kerja dari teknik *process mining* adalah memproses *event log* hasil ekstraksi dari sebuah sistem pada perusahaan dengan menggunakan algoritma tertentu yang tersedia pada tools ProM [4]. Model yang terbentuk dari algoritma *process mining* kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik tertentu, salah satunya adalah *Petri Net*, yaitu alat pemodelan matematik dan grafik yang menggambarkan sistem terdistribusi. Model yang dihasilkan dapat digunakan untuk menemukan proses baru, mengidentifikasi deviasi dari proses bisnis yang telah ditentukan bahkan meningkatkan proses yang telah ada.

Dalam perkembangannya, ada beberapa algoritma yang digunakan di dalam teknik *process mining* untuk memodelkan proses bisnis. Algoritma yang digunakan juga tergantung pada pendekatan yang dipilih [5]. Secara umum algoritma *process mining* dapat dikelompokkan menjadi algoritma dengan pendekatan global dan lokal. Algoritma Alpha++ merupakan salah satu algoritma yang memiliki pendekatan strategi lokal, yaitu membangun suatu model proses dari hubungan sebab akibat suatu individu. Sementara itu algoritma genetika merupakan algoritma yang memiliki pendekatan strategi global di mana pendekatan ini membangun suatu model terlebih dahulu lalu dievaluasi dan diperbaiki hingga mencapai hasil yang terbaik. Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kekurangan. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menentukan algoritma *process mining* yang menghasilkan fitness, presisi dan struktur yang baik dalam memodelkan proses bisnis [2]. Namun demikian, belum banyak yang melakukan perbandingan terhadap kinerja algoritma *process mining* dalam memodelkan proses bisnis yang nyata.

PT. ABC merupakan anak perusahaan PT. ABC Internasional yang bergerak di bidang manufaktur produk sepatu. PT. ABC memiliki spesialisasi pembuatan *upper shoes*, yaitu bagian atas sepatu yang dalam proses produksinya memerlukan banyak proses penjahitan. Dengan besarnya jaringan perusahaan, PT. ABC mengimplementasikan SAP ERP untuk mengintegrasikan proses bisnis mereka. Dalam operasional dari SAP ERP tersebut, PT. ABC memiliki proses bisnis utama memproduksi produk sepatu sesuai dengan peramalan dari PT. ABC Internasional. Dengan proses bisnis tersebut maka terdapat dua modul dari SAP ERP yang saling berinteraksi yaitu modul perencanaan produksi (*Production Planning*) dan manajemen material (*Materials Management*).

Paper ini menampilkan hasil penelitian yang dilakukan untuk memodelkan proses yang terjadi dalam interaksi antara modul *Materials Management* dengan *Production Planning* dengan Algoritma Alpha++ dan Algoritma Genetika. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yakni didapatkan perbandingan kinerja antara algoritma Alpha++ dan Genetika dalam memodelkan proses bisnis dari kasus nyata, dimana hal ini masih jarang ditemukan dalam literatur mengenai *process mining*.

2. PROCESS MINING

Riset *process mining* merupakan suatu riset yang tergolong baru yang menggabungkan antara komputasi intelegensia, data mining, serta analisis dan permodelan proses. Dengan *process mining*, maka dapat dilakukan ekstraksi informasi dari suatu event log yang tersedia dalam sistem informasi, sehingga pada akhirnya dapat menemukan, memonitor dan meningkatkan suatu proses dalam berbagai jenis domain aplikasi.

2.1 Catatan Kejadian (*Event Log*)

Setiap sistem informasi merekam data terkait kejadian baik dalam *event log* khusus ataupun “tersembunyi” antar data pada basis datanya [6]. Catatan kejadian ini berisi beberapa *event* untuk suatu *case* dan *task* tertentu. “*Case*” atau biasa disebut “*process intance*” merupakan sesuatu kasus yang dikerjakan, contohnya: order dari pelanggan (*customer order*). “*Task*” biasanya disebut aktivitas. Terkait dengan *case*, satu *case* bisa memiliki banyak *tasks*. Idealnya, semua sistem informasi yang bersifat transaksional memiliki catatan kejadian yang menggambarkan proses bisnisnya. Pada kenyataannya, data catatan kejadian ini tidak dengan mudah bisa diperoleh, melainkan perlu dilakukan proses ekstraksi dari basis data sistem informasi yang melibatkan proses *query* dan transformasi dari bentuk mentah ke dalam bentuk siap pakai seperti *Mining XML* (MXML) yang merupakan *markup language* berbasis XML untuk *process mining*. Secara umum, hal-hal yang dicatat di dalam catatan kejadian adalah meliputi: *waktu mulai*, *waktu selesai*, *status aktivitas*, *deskripsi aktivitas*, *pelaksana*, dan *kode-kode aktivitas* yang terlibat. Gambar di bawah ini merupakan contoh dari fragmen catatan kejadian berikut beberapa atributnya, yang menggambarkan satu *event log* yang terdiri dari beberapa *case*.

case id	activity id	originator	time stamp
case 1	activity A	John	9-3-2004:15.01
case 2	activity A	John	9-3-2004:15.12
case 3	activity A	Sue	9-3-2004:16.03
case 3	activity B	Carol	9-3-2004:16.07
case 1	activity B	Mike	9-3-2004:18.25
case 1	activity C	John	10-3-2004:9.23
case 2	activity C	Mike	10-3-2004:10.34
case 4	activity A	Sue	10-3-2004:10.35
case 2	activity B	John	10-3-2004:12.34
case 2	activity D	Pete	10-3-2004:12.50

Gambar 6 Contoh event log

Pada gambar di atas, sebuah event log terdiri dari empat atribut: *case* (contoh: *case 1*, *case 2*, dll), *activity* (contoh: *activity A*, *activity B*, dll), *originator* (e.g. *John*, *Sue*, etc) dan *time stamp* (e.g. *9-3-2004:15.01*, etc). Dalam satu log, seorang *originator* bisa melakukan beberapa *case* dengan beberapa *activity* dalam durasi waktu tertentu.

2.2 Algoritma Process Mining

Algoritma alpha++ merupakan algoritma yang dikembangkan oleh [7] yang menggunakan pendekatan lokal dalam membangun model proses. Algoritma ini merupakan pengembangan dari algoritma alpha yang merupakan algoritma yang dikembangkan oleh [8], yang memiliki keterbatasan dalam menangani kasus yang kompleks seperti proses yang berulang (*loops*), proses yang mengandung *short-loops*, mendeteksi relasi antar pekerjaan dalam lingkup yang luas, serta tidak bisa mengatasi data yang mengandung noise [8]. Sedangkan algoritma Alpha++ mempunyai tambahan kemampuan untuk membangun model proses dengan konstruksi *non-free-choice* termasuk mendeteksi adanya hubungan tak nampak (*implicit dependency*).

Algoritma genetika merupakan algoritma yang memiliki pendekatan strategi global di mana pendekatan ini membangun suatu model terlebih dahulu lalu dievaluasi dan diperbaiki hingga mencapai hasil yang terbaik [9]. Algoritma genetika mempunyai banyak parameter yang bisa diubah-ubah yang berfungsi untuk mengontrol cara operasi, kecepatan, akurasi, tingkat sensitifitas terhadap noise, dan lain-lain. Kelebihan dari algoritma genetika adalah dapat mendeteksi adanya *short-loop*, *robust* terhadap *log* yang mengandung *noise*, serta mampu mendeteksi adanya *non-free choice* (kondisi yang ditentukan berdasarkan aktivitas sebelumnya yang tidak terhubung langsung). Dengan memperhatikan pendekatannya yang menggunakan *global strategy*, algoritma ini akan membutuhkan waktu yang lama untuk membentuk model proses bisnis yang mempunyai catatan dalam jumlah yang besar.

2.3 Dimensi Evaluasi

Pengukuran performa model yang dihasilkan dengan algoritma *process mining* dapat diukur dengan menggunakan tiga dimensi evaluasi yaitu *fitness*, *presisi*, dan *struktural* [10]. *Fitness* digunakan untuk mengukur kesesuaian antara *log* peristiwa dan model proses. Nilai *fitness* adalah berkisar antara 0 – 1, dimana jika nilainya semakin mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa model menggambarkan catatan kejadian dengan semakin baik. *Presisi* digunakan untuk mengukur ketepatan model proses yang dihasilkan. Ketepatan ini dilihat dari berapa banyak *trace* atau jalur yang menggambarkan proses bisnis yang mungkin terbentuk dan bukan berasal dari *log*. Nilai *presisi* memiliki rentang antara 0 – 1 dan semakin tinggi nilai *presisi* berarti model semakin tepat menggambarkan *log* dan kemungkinan membentuk *trace* di luar event *log* semakin kecil. Dimensi *struktural* menunjukkan kompleksitas dari bentuk model dalam menangani XOR dan AND. Pengukuran dimensi ini dapat dihitung dengan rumus *Advanced Structural Appropriateness* dari [11] dengan range nilai antar 0 – 1. Semakin tinggi nilai *struktur* berarti model yang dihasilkan tidak menggambarkan aktivitas-aktivitas yang redundan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

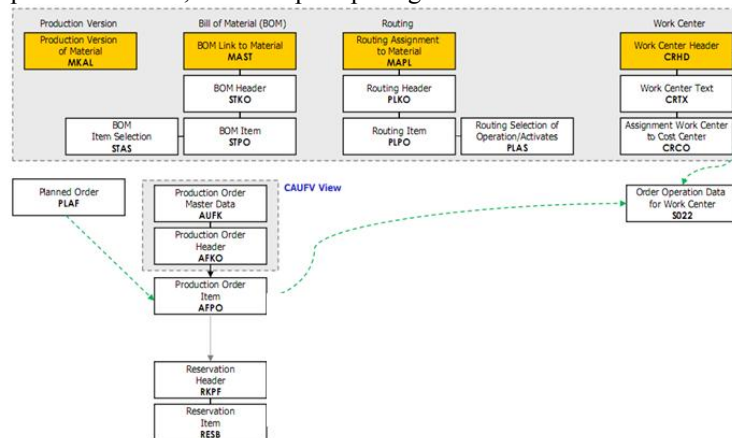
Pada bagian ini dijelaskan langkah-langkah dalam melakukan penelitian. Tahap pertama yakni dilakukan survey di PT. ABC untuk mendapatkan gambaran umum tentang proses bisnis perencanaan produksi dan manajemen material. Survey dilakukan melalui wawancara dan observasi langsung di perusahaan. Responden yang diwawancarai adalah manajer SAP dan *main planner* di PT. ABC. Pada tahapan ini juga ditentukan tujuan, fokus dan cakupan dari implementasi *process mining*. Pada tahap ini juga dilakukan pengambilan data untuk pembentukan event *log*. Keseluruhan proses survey dan pengambilan data dilakukan selama satu bulan. Tahap kedua yakni ekstraksi data dan pembentukan event *log*. Tahap ini dilakukan dengan penentuan case ID serta atribut-atribut dalam tabel SAP yang diekstraksi. Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan pembentukan *event log*. *Event log* yang diperoleh kemudian distandarisasi ke dalam format .MXML dengan bantuan aplikasi Disco [12]. Tahap ketiga yakni melakukan pemodelan event *log* dengan *process mining*, yakni dengan bantuan tool ProM. Pada tahap ini, setelah diperoleh *log* standar maka *log* kemudian dimasukkan sebagai input ke dalam tool ProM. Algoritma yang dipilih adalah algoritma Alpha++ dan Genetika. Model proses yang dihasilkan oleh kedua algoritma kemudian dievaluasi dan dianalisis.

4. PEMODELAN PROSES BISNIS

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil pemodelan proses bisnis di perusahaan.

4.1 Proses Bisnis Perencanaan Produksi dan Manajemen Material di PT. ABC

Berdasarkan hasil survey ditentukan bahwa tujuan dari implementasi *process mining* adalah untuk mengidentifikasi deviasi dari proses standar perencanaan produksi dan manajemen material. Fokus implementasi adalah pada alur informasi pada proses perencanaan produksi dan manajemen material. Untuk proses bisnis *best practice* perencanaan produksi sendiri, adalah seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 7 Skema Tabel Perencanaan Produksi (PP) SAP

Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa proses bisnis perencanaan produksi dan pembelian material ini dimulai melalui beberapa tahapan aktivitas. Beberapa aktivitas perencanaan produksi yang akan ditrace adalah: 1) Run MRP, 2) Planned Order, 3) Material Status Set A, 4) Material Status Set B, 5) Material Status Set L, 6) Material Status Set C, 7) Material Issued, dan 8) Start Production.

4.2 Ekstraksi Data & Pembentukan Event Log

Input dari tahap ekstraksi adalah berasal dari output pada tahap survey yakni aktivitas perencanaan produksi. Langkah selanjutnya adalah mengekstraksi data yang dari aktivitas-aktivitas PP. Data yang akan diekstraksi adalah data PP selama tiga bulan yaitu mulai dari *week52* (minggu terakhir tahun 2012), *week1* (minggu pertama januari 2013), sampai dengan *week13* (minggu terakhir bulan maret tahun 2013). Pengambilan data dari aktivitas-aktivitas pada perencanaan produksi terdiri dari beberapa fase, diantaranya dilakukan dengan mengidentifikasi aktivitas pada proses bisnis perencanaan produksi seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 4.1, memetakan aktivitas-aktivitas tersebut dengan tabel basis data SAP, dan menentukan atribut-atribut yang relevan (Tabel 22).

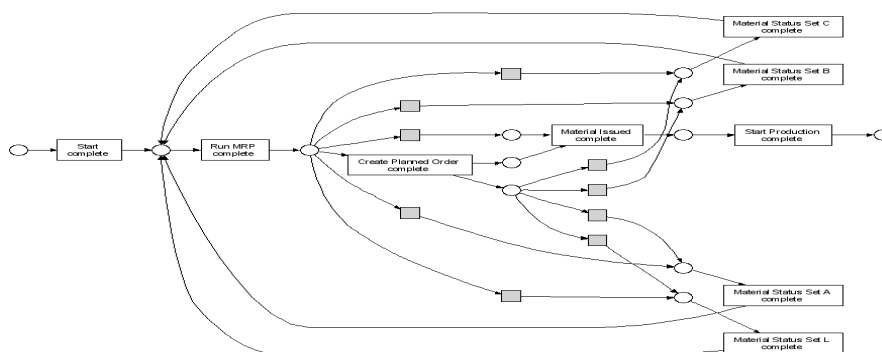
Tabel 22 Fase Persiapan Data

Aktivitas	Tabel SAP	Atribut	
Planned Order	PLAF	• Order Number	• Order Finish Date
		• Material	• Production Start Date
		• Planned Order Qty	• Production Finish Date
		• Requirement Qty	• Date of Action (Creation)
Material Status	PLAF	• Availability Confirm	
Materials Issued	AUFM	• Material	• Posting Date
		• Order Number	
Start Production	AFKO	• Order Number	• Actual Finish Date
		• Actual Start Date	• Created On

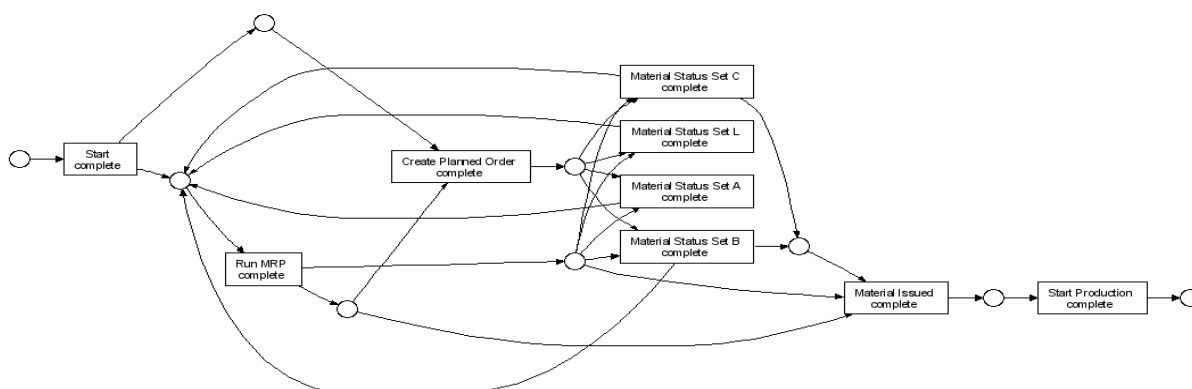
Selanjutnya langkah ekstraksi data dilakukan dengan mengakses *software SAP*, dengan *transaction code* SE16. Untuk setiap tabel yang akan diekstraksi, dilakukan pengambilan tiap atribut yang telah ditentukan sebelumnya. Proses konversi ini dibantu oleh *tool Disco*. Berdasarkan proses ekstraksi, jumlah *cases* adalah 298 dan jumlah *events* adalah 5680. Data yang telah diekstrak kemudian disusun ke dalam format event log, yaitu sebagai berikut: Material + Size, Order Number, Nama Aktivitas dan Tanggal Aktivitas. Data yang telah diambil kemudian dikonversi ke dalam format *event log* yang dapat dibaca oleh *ProM* yaitu *.mxml*.

4.1 Penerapan Algoritma

Process mining dilakukan dengan menggunakan tools ProM, dengan pilihan algoritma *alpha++* dan genetika. Dalam penelitian ini digunakan algoritma genetika dengan parameter default yang ditetapkan oleh ProM yaitu: ukuran populasi adalah 100, populasi awal memungkinkan adanya duplikasi, jumlah generasi maksimum ditentukan 1000, seed (titik untuk menghasilkan bilangan acak) adalah 1 dan *power value* adalah 1. *Elitism rate* yang mengatur tingkat persentase kekuatan dari individu pada generasi sekarang yang akan disalin pada generasi berikutnya adalah ditentukan 0.02 yang berarti 2% dari individu terbaik dalam sebuah populasi akan disalin pada populasi berikutnya. Metode seleksi adalah *tournament 5*, *crossover rate* 0.8, dan *mutation rate* 0.2. Dari process mining ini, menghasilkan output berupa model proses baik menggunakan algoritma *alpha++*, genetika *default parameter*, dan genetika *custom parameter*. Gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan output dari masing – masing algoritma.



Gambar 8 Output Model Proses dengan Algoritma Genetika



Gambar 9 Output Model Proses dengan Algoritma Alpha++

5. ANALISIS

Analisis dilakukan dengan melakukan pengukuran serta perbandingan performa model proses yang dihasilkan algoritma *alpha++*, genetika *default parameter*, dan genetika *custom parameter*. Setelah itu hasil model proses terbaik akan dibandingkan dengan alur proses bisnis ideal PT. ABC Indonesia.

5.1 Pengukuran Performa Model

Dengan menggunakan dimensi evaluasi *fitness*, *presisi*, dan *struktur*, didapatkan performa model proses untuk masing-masing algoritma ditunjukkan pada Tabel 23.

Tabel 23 Hasil pengukuran performa model

Dimensi	<i>Alpha++</i>	Genetika <i>Default Parameter</i>
Fitness	0.9748	0.9818
Presisi	0,5	0.8
Struktur	1	1

5.2 Analisis Perbandingan Fitness Model

Dimensi fitness menitikberatkan performa algoritma dalam memodelkan *cases* dari *event log* yang ada, sehingga nilai fitness akan berkurang seiring dengan semakin banyaknya *case event log* yang tidak tertangkap dalam model. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai fitness dari kedua model adalah relatif sama baiknya. Hal ini mengindikasikan bahwa baik algoritma *alpha++* maupun algoritma genetika mampu memodelkan *case event log* yang ada ke dalam model proses masing – masing. Namun jika dilihat berdasarkan nilai yang muncul, algoritma genetika default parameter mendapatkan nilai *fitness* tertinggi yaitu 0.9818. Hal ini berarti dalam hal banyaknya *case event log* yang dapat dimodelkan, algoritma genetika lebih baik dibanding *Alpha++*.

5.3 Analisis Perbandingan Presisi Model

Dimensi presisi menitikberatkan ketepatan atau spesifik model yang ada terhadap *case event log*, sehingga nilai presisi dari algoritma akan berkurang seiring dengan banyaknya *case* di luar *event log* yang muncul pada model yang dibentuk. Dalam hal ini terdapat perbedaan yang cukup signifikan dari performa presisi kedua model proses yang dihasilkan. Untuk algoritma *alpha++* mendapatkan nilai presisi 0.5 yang menunjukkan bahwa algoritma tersebut kurang dapat memodelkan seluruh *case event log* yang ada secara tepat dan model yang dihasilkan banyak memunculkan *case-case* lain di luar dari *event log* yang dimodelkan. Sebagai contoh, model algoritma *Alpha++* memungkinkan skenario *Create Plan Order* tanpa melalui *Run MRP* padahal dalam *event log* tidak terdapat skenario ini. Sementara itu, algoritma genetika menghasilkan presisi yang cukup tinggi yaitu 0.8. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma genetika cukup baik dalam memodelkan dengan tepat semua *case* yang ada tanpa memunculkan *case* di luar *event log* dalam model proses.

Berdasarkan skenario yang didapatkan dari *process mining* didapatkan bahwa skenario yang paling dominan hanya mencakup 15 % dari keseluruhan skenario yang ada, sehingga frekuensi dari skenario yang tidak umum adalah cukup tinggi. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa *event log* yang dihasilkan dari studi kasus interaksi antara manajemen material dan perencanaan produksi *SAP ERP* di *PT. ABC* mengandung cukup banyak *noise*. Peneliti terdahulu [8] mendeskripsikan *noise* sebagai perilaku dengan frekuensi rendah yang dapat muncul karena dua situasi: *trace* dari kejadian disimpan secara tidak tepat (misalnya, karena kesalahan konfigurasi sistem yang bersifat temporer) atau *trace* kejadian menunjukkan situasi di luar kebiasaan. *Noise* akan menimbulkan masalah jika algoritma tidak memperhitungkan frekuensi seperti halnya algoritma *Alpha++*. Algoritma *alpha++* dikenal rentan terhadap *noise* dan terbukti pada kasus ini sehingga pada akhirnya nilai presisi model proses dari algoritma ini menjadi rendah. Sedangkan untuk algoritma genetika yang *robust* terhadap *noise* menghasilkan nilai presisi yang baik.

5.4 Analisis Perbandingan Struktur Model

Dimensi struktur lebih menitikberatkan kepada *simplicity* atau kesederhanaan model yang dihasilkan. Nilai struktur akan semakin berkurang seiring dengan semakin banyaknya *duplicate task* atau aktivitas yang dimodelkan lebih dari sekali dalam model proses. Hal ini disebabkan karena dengan adanya aktivitas duplikat maka kerumitan model akan bertambah. Hasil pengukuran dimensi struktur untuk kedua algoritma adalah 1. Hal ini berarti secara struktur ketiga algoritma tersebut tidak terdapat aktivitas duplikat sehingga nilai strukturnya maksimal.

Berdasarkan hasil perhitungan performa dari ketiga model proses yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa untuk data *event log* dalam studi kasus interaksi antara manajemen material dan perencanaan produksi *SAP ERP*, model yang dihasilkan algoritma genetika *default parameter* merupakan model yang terbaik. Hal ini dibuktikan dengan nilai performa dimensi *fitness* adalah 0.9818, presisi 0.8, dan strukturnya 1 (satu). Namun, walaupun algoritma *alpha++* dari segi performa model proses kurang maksimal, hal ini diimbangi dengan proses komputasi dalam *software ProM* yang jauh lebih cepat daripada algoritma genetika. Dalam melakukan komputasi untuk menghasilkan suatu model proses, algoritma genetika membutuhkan sedikitnya empat jam untuk menghasilkan suatu model proses, sedangkan algoritma *alpha++* hanya membutuhkan sekitar sepuluh detik untuk menghasilkan suatu model proses.

6. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah menunjukkan implementasi dua algoritma process mining yaitu Algoritma Genetika dan Algoritma Alpha++ untuk memodelkan proses bisnis interaksi perencanaan produksi dan manajemen material. Pembentukan event log yang terkait dengan interaksi antara modul Materials Management dan Production Planning dilakukan dengan cara menentukan dan menetapkan aktivitas yang terjadi dalam interaksi antara kedua modul tersebut dengan tabel dalam database sistem SAP ERP antara lain AUFM (*Goods Movement*), AFKO (*Order Header Data*), dan PLAF (*Planned Order*). Hasil pengambilan data tersebut kemudian diolah dengan bantuan software Microsoft Excel dan Disco untuk menghasilkan output event log yang terstandarisasi sehingga dapat digunakan untuk proses pembentukan model proses.

Berdasarkan output model setelah dieksekusi dengan kedua algoritma, proses bisnis actual dari PT. ABC mencerminkan proses bisnis *best practices*. Namun demikian, beberapa skenario di luar proses bisnis *best practices* juga teridentifikasi. Berdasarkan pengukuran performa model, diperoleh nilai fitness 0.9748, presisi 0.5, dan struktur 1 untuk algoritma Alpha++. Untuk algoritma genetika mendapatkan nilai fitness sebesar 0.9818, nilai presisi 0.8, serta nilai struktur adalah 1. Dari hasil pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa algoritma genetika menghasilkan model proses yang lebih baik dibandingkan algoritma Genetika. Superioritas dari algoritma genetika dibandingkan Alpha++ dalam kasus ini karena karakteristik event log yang memiliki sangat banyak variasi skenario dengan frekuensi rendah (*noise*) dimana algoritma Alpha++ tidak peka terhadap *noise*.

Penelitian tentang implementasi *process mining* dalam kasus nyata sedang berkembang. Namun, pada umumnya penelitian implementasi process mining pada kasus nyata tersebut memfokuskan pada evaluasi proses bisnis dengan hanya berdasarkan pada satu algoritma saja. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan algoritma yang berbeda, process mining menghasilkan model proses bisnis yang juga berbeda. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa proses bisnis tertentu akan menghasilkan *event log* dengan karakteristik yang unik. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan lebih banyak implementasi *process mining* pada kasus nyata dengan karakteristik yang berbeda-beda sehingga dapat dipetakan algoritma *process mining* yang tepat digunakan untuk karakteristik *event log* tertentu.

7. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Piessens, D., 2011. Event Log Extraction from SAP ECC 6.0. *Technische Universiteit Eindhoven*.
- [2] Weber, P., Bordbar, B., Tiño, P. and B. Majeed., 2011. A Framework for Comparing Process Mining Algorithms. In *The 6th IEEE GCC Conference*, pp. 625-628, IEEE Computer Society.
- [3] Aalst, W., Weijters, A., & Maruste, L., 2004. Workflow Mining Discovering Process Models from Event Logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16 (9), pp. 1128-1142.
- [4] PROM, 2009. *Process Mining Research Tools Application* [Online] (Updated 14 August 2014) Available at: <http://www.processmining.org/prom/start>. [Accessed 20 August 2014]
- [5] Saravanan, M., & Rama, S., 2011. Application of Mining Algorithms using ProM and Weka Tools. *International Journal of Computer Science and Technology*, pp. 331-337.
- [6] Buijs, J.C.A.M., 2010. *Mapping Data Sources to XES in a Generic Way*, Master Thesis, Eindhoven: Eindhoven University of Technology.
- [7] Wen, L., Aalst, W. M. P. van der, Wang, J., Sun, J., 2007. Mining Process Models with Non-Free-Choice Constructs. *Journal Data Mining and Knowledge Discovery*, 15 (2), pp. 145 – 180.
- [8] Weijters, A., & Aalst, W. (2003). Rediscovering Workflow Models from Event-Based Data using Little Thumb, *Journal Integrated Computer-Aided Engineering archive*, 10(2), pp. 151 – 162.
- [9] Medeiros, A. K. A., Weijters, A. J. M. M., Aalst, W. M. P., 2006. Genetic Process Mining: an Experimental Evaluation. *Journal of Data Mining and Knowledge Discovery*, 14, pp. 245 – 304.
- [10] Rozinat, A., Medeiros, A. d., Gunther, C., Weijters, A., & Aalst, W. v., 2007. Towards an evaluation framework for process mining algorithms. *BPM Center Report BPM-07-06*.
- [11] Rozinat, A., & Aalst, W. v., 2009. Conformance Checking of Processes Based on Monitoring Real Behavior. *Information Systems*, 33 (1), pp. 64-95
- [12] DISCO, 2012. *Discover Your Process* [Online]. Available at: <http://fluxicon.com/disco/>. [Accessed 20 August 2014]