

Process Mining Pada Proses Pengadaan Barang dan Jasa Dengan Menggunakan Algoritma Heuristic Miner

(Studi Kasus : Unit Logistik Telkom Engineering School)

Sabila Azka, 1103114262

Pembimbing : Angelina Prima Kurniati S.T., M.T., Imelda Atastina S.Si, M.T.

Jurusan Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Telkom University

Email: sabilaazka93@gmail.com, angelina@telkomuniversity.ac.id, imelda@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAC

Process mining is a technique used to help solve the existing problems in the process. An educational institution has definitely Procurement process. Evaluation of business processes in the Procurement of Goods and Services using process mining techniques are expected to find information about the location of the fault of the business process flow and provide suggestions for improvement system model Procurement processes that already exist to improve the performance of the business process. This study uses data from the event log Procurement Logistics Unit Telkom Engineering School as input during the process mining techniques. Results of this research is a picture of the new process models with flow changes in the activity of 'application for the specification of goods and services' that can be done without going through the activity of 'Identifying the needs of the goods required by the Faculty' and 'Establish the goods and services that will be submitted to the procurement of first first, and the suggestion of time to carry out each activity.

Key : Process mining, Event log, Procurement, Heuristics Miner

I. PENDAHULUAN

Telkom Engineering School yang saat ini menjadi Universitas Telkom menerapkan sebuah mekanisme dalam melakukan proses pengadaan barang dan jasa. Namun, mekanisme ini dirasakan kurang efisien dalam pelaksanaannya. Maka dari itu diperlukan sebuah evaluasi terhadap mekanisme proses bisnis yang telah ada, agar menghasilkan proses Pengadaan Barang dan Jasa yang lebih efektif dan efisien.

Process mining merupakan sebuah teknik yang dipakai untuk mendapatkan suatu model proses bisnis secara aktual yang berasal dari event log proses. Hasil dari algoritma ini juga dapat menunjukkan korelasi antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Hasil akhir dari penelitian berupa saran-saran dan rujukan berupa gambaran model proses bisnis yang diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja proses pengadaan barang dan jasa.

Pada penelitian ini yang dibahas adalah analisis proses bisnis menggunakan process mining dengan algoritma heuristic miner. Algoritma ini dipilih berdasarkan pertimbangan dari sisi karakteristik data penelitian yang tidak memiliki alur kegiatan yang bercabang dalam pelaksanaan aktivitasnya atau yang disebut juga kegiatan dilaksanakan secara serial dan algoritma ini mampu

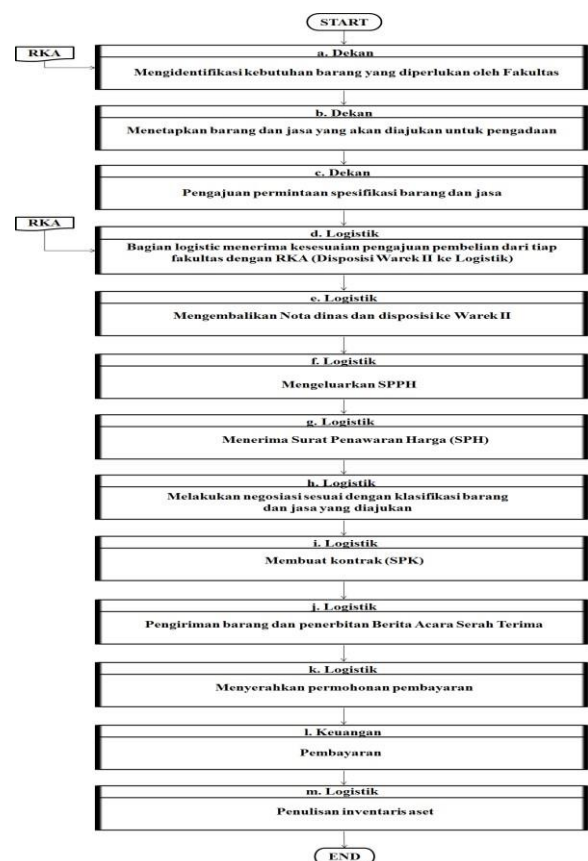
dalam mengatasi data yang memiliki noise (data pengganggu dengan frekuensi kemunculan rendah). Harapan yang ingin dicapai adalah model proses bisnis yang telah mendapat perbaikan berdasarkan analisis model proses bisnis terhadap event log proses.

Pada jurnal ini akan membahas mengenai analisis proses bisnis menggunakan process mining dengan algoritma Heuristic Miner. Dimulai dari bagian II. Yang akan membahas mengenai teori-teori dasar yang digunakan dalam penelitian ini. Bagian III akan berisi penjelasan mengenai langkah perancangan sistem. Bagian IV akan menjelaskan mengenai hasil implementasi dan analisis hasil penelitian dan bagian V akan berisi mengenai kesimpulan dari penelitian.

II. TEORI DASAR

A. Proses Bisnis Pada Pengadaan Barang dan Jasa

Berikut Gambar 1 yang menunjukkan mekanisme proses pengadaan Barang dan Jasa.



Gambar 1 Alur Proses Bisnis Pengadaan Barang dan Jasa

B. Process Mining

Process mining merupakan kegiatan yang bertujuan untuk membangun suatu model proses

yang berdasarkan data *event log* yang tersedia.

Teknik pada *process mining* bertujuan untuk *discovering, monitoring, and improving* suatu proses dengan menggunakan *event log*. Untuk mencapai tujuan tersebut teknik *process mining* berawal dari mengekstraksi pengetahuan yang berasal dari *event log* yang tersedia. *Process mining* sendiri terdiri dari *process discovery* (ekstraksi model proses dari *event log*), *conformance checking*, (monitoring penyimpangan dengan membandingkan model yang ada dengan *event log*), *organizational mining, automated construction of simulation model, model extension, model repair, case prediction, dan recommendation*[1]

C. Event Log

Event Log merupakan suatu catatan histori yang memuat rangkaian aktivitas pada suatu sistem. *Event log* menjadi suatu bukti telah terjadinya suatu transaksi pada suatu proses yang sedang atau telah berlangsung. *Event log* berisi informasi mengenai rekam data di suatu kasus pada aktivitas tertentu. Kasus yang dimaksud yaitu suatu kejadian yang sedang berlangsung. *Event log* terdiri dari beberapa atribut diantaranya adalah *case id, activity id, timestamp, dan originator*. Berikut contoh dari *event log* dari suatu kasus.

D. Algoritma Heuristic Miner

Algoritma heuristic miner adalah algoritma yang penerapannya mempertimbangkan urutan suatu peristiwa dalam suatu kasus, tanpa memperhatikan kejadian yang terjadi pada kasus lainnya. Karakteristik algoritma *heuristic miner*:

- Dapat mengatasi data pengganggu (*noise*),
- Memiliki representasi bias yang lebih baik,
- Aturan pemisahan dan penggabungan betul-betul dipertimbangkan sesuai dengan proses aslinya,
- Dapat menangani *loop*.

Untuk menemukan model proses, *event log* harus dianalisis untuk tingkat keterhubungan antar kegiatan. Untuk menganalisis hubungan tersebut, algoritma *heuristic miner* memiliki notasi sebagai berikut. [1]. Dimisalkan W sebagai *event log* dari kasus T , $W \subseteq T^*$. Misal aktivitas a ; $b \in T$:

1. $a > w^b$ jika dan hanya jika terdapat *trace* $(\sigma) = t_1 t_2 t_3 : : : t_n$ dan $i \in \{1; : : : n - 1\}$ seperti $(\sigma) \in W$ dan $t_i = a$ dan $t_{i+1} = b$,

2. aktivitas a diikuti oleh aktivitas b ($a \rightarrow w^b$) jika dan hanya jika jumlah $a > w^b$ dan b tidak lebih besar dari w^a ,

3. $a \# w^b$ jika dan hanya jika a tidak lebih besar dari w^b dan b tidak lebih besar dari w^a , dan

4. $a || w^b$ jika dan hanya jika $a > w^b$ and $b > w^a$,

5. $a >> w^b$ jika dan hanya jika terdapat *trace* $(\sigma) = t_1 t_2 t_3 : : : t_n$ dan $i \in [1; : : : n-2]$ seperti $\sigma \in W$ dan $t_i = a$ dan $t_{i+1} = b$ dan $t_{i+2} = a$,

6. $a >>> w^b$ jika dan hanya jika terdapat $\sigma = t_1 t_2 t_3 : : : t_n$ dan $i < j$ dan $i, j \in \{1; : : : n\}$ seperti $\sigma \in W$ and $t_i = a$ dan $t_j = b$.

a. Dependency Graph (DG)

Dependency graph adalah relasi dari T ($DG \subseteq T \times T$), dengan rumusan:

$$DG = \{(a; b) | (a \in T \wedge b \in a) \vee (b \in T \wedge a \in b)\}$$

$$a \Rightarrow_W b = \left(\frac{|a >_W b| - |b >_W a|}{|a >_W b| + |b >_W a| + 1} \right)$$

Keterangan :

a: aktivitas yang akan dihitung

b: aktivitas yang mengikuti aktivitas **a**

b. Causal Matriks

Berikut rumus penghitungan yang digunakan untuk mendapatkan Causal Matriks yang tepat[1]:

$$a \Rightarrow_W b \wedge c = \left(\frac{|b >_W c| + |c >_W b|}{|a >_W b| + |a >_W c| + 1} \right)$$

Keterangan :

a: aktivitas yang akan dihitung

b: aktivitas yang mengikuti aktivitas **a**

c: aktivitas lain yang mengikuti aktivitas **a**

Tabel 1 Contoh Causal Matriks[1]

ACTIVITY	INPUT	OUTPUT
A	$\emptyset$	$(B \vee E) \wedge (C \vee E)$
B	A	D
C	A	D
D	$(B \vee E) \wedge (C \vee E)$	$\emptyset$
E	A	D

Pada Tabel 1 kolom aktivitas merupakan aktivitas yang akan ditentukan input dan outputnya. Input merupakan aktivitas yang terjadi sebelum melakukan aktivitas yang dituju. Sedangkan, output merupakan aktivitas yang akan dikerjakan setelah aktivitas yang dimaksud telah dikerjakan.

E. Conformance Checking

Terdapat dua dimensi dalam evaluasi model proses yang sering digunakan yaitu *fitness*, *appropriateness*[8].

a. Fitness (Recall)

Fitness akan mengukur sejauh mana jejak log dapat dikaitkan dengan model proses prosedur yang valid. Untuk semua nilai i , $m_i < c_i$ dan $r_i < p_i$, oleh karena itu $fitness = 0 < f < 1$. Berikut rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *fitness* [12]:

$$f = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k n_i m_i}{\sum_{i=1}^k n_i c_i} \right) + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k n_i r_i}{\sum_{i=1}^k n_i p_i} \right)$$

Keterangan :

n_i : jumlah instance proses dari trace i

m_i : jumlah token yang hilang dari trace i

c_i : jumlah token yang dikonsumsi dari trace i

r_i : jumlah token yang tersisa dari trace i

p_i : jumlah token yang diproduksi dari trace i

b. Appropriateness (Precision)

Appropriateness dilakukan untuk mengukur kesesuaian aktivitas yang terjadi pada *event log* terhadap model. Nilai *appropriateness* dapat dihitung dengan rumus *Advanced Behavioral Appropriateness* berikut [12]:

$$a'_B = \left(\frac{|S_F^l \cap S_F^m|}{2 \cdot |S_F^m|} + \frac{|S_P^l \cap S_P^m|}{2 \cdot |S_P^m|} \right)$$

Keterangan :

a'_B = Nilai *Advanced Behavioral Appropriateness*

S_f^l = Banyak *Sometimes Follow Relation* dari event log

S_f^m = Banyak *Sometimes Follow Relations* dari model

S_p^l = Banyak *Sometimes Precedes Relations* dari event log

S_p^m = Banyak *Sometimes Precedes Relations* dari model

Dengan pengertian *Follow Relation* merupakan hubungan antara dua aktivitas (x;y) yang berada pada kondisi *Always follows* (A), *Never*

follows (N) atau *Sometimes follows* (S) pada sebuah kasus, jika x pernah dieksekusi sekali, atau selalu sebelum y dan *sometimes Precedes Relation* merupakan kondisi *Always precedes* (A), *Never precedes* (N) atau *Sometimes precedes* (S), jika y pernah dieksekusi sekali, atau selalu sebelum x [12].

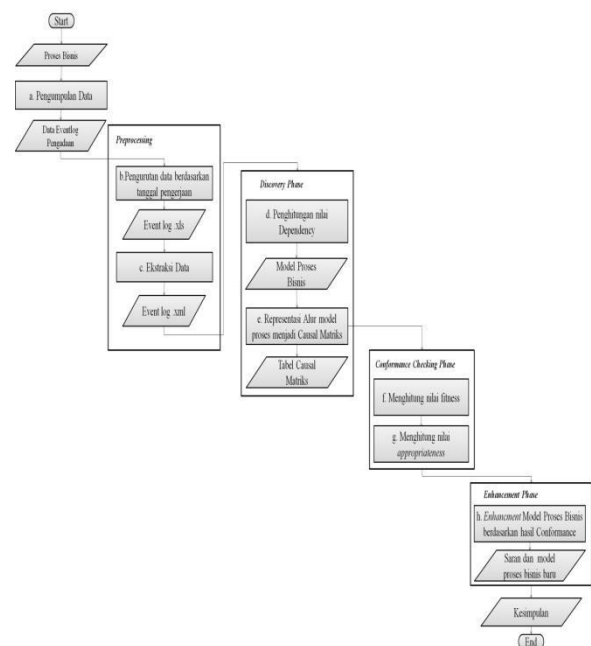
F. Petri Net

Petri net merupakan suatu model yang merepresentasikan sistem *event* diskret. Petri net terdiri dari *place* yang mewakili komponen sistem, *transition* yang menggambarkan kejadian yang dapat mengakibatkan state yang berbeda, token yang digunakan untuk menentukan keadaan dan tanda panah atau relasi sebagai penghubung.

G. Enhancement

Enhancement merupakan tahap perbaikan atau peningkatan model proses dari tahap *discovery* model. Dengan hasil model proses dari tahap *conformance checking* maka akan didapat saran terhadap alur proses yang telah ada sebelumnya. Dengan saran-saran peningkatan terhadap model proses sebelumnya.

III. PERANCANGAN SISTEM dan IMPLEMENTASI



Gambar 2 Gambaran Umum Alur Penelitian

Seperti pada Gambar 3.1, terdapat beberapa tahap dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Mengumpulkan data *event log* pengadaan, yaitu dalam waktu 5 tahun (2008 - 2012). Jika data uji yang digunakan sedikit dapat menyebabkan kekeliruan dalam penggambaran model proses yang mengakibatkan model yang dihasilkan memiliki nilai *fitness* yang rendah. Data yang diperoleh dari Logistik bertipe data .xls, dengan format kebutuhan data seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Format Pengumpulan Data

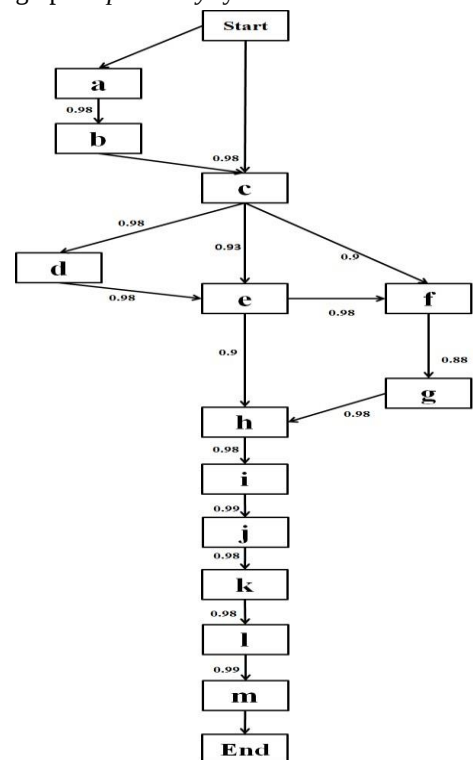
Case ID	Kode Aktivitas	Timestamp	Aktivitas	Originator

- b. Setelah memperoleh data yang dibutuhkan, dilakukan pengurutan data aktivitas berdasarkan waktu pengerjaan aktivitas di satu kasus untuk mendapatkan alur aktivitas dalam setiap pengadaan. Jika terdapat dua atau lebih aktivitas dalam waktu bersamaan maka penentuan urutannya mengacu pada alur prosedur pada Gambar 1.
- c. Setelah mendapat data uji yang teratur, data yang bertipe .xls diubah menjadi .xml. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pengkodean di tahap selanjutnya. Dalam melakukan penelitian ini data tidak hanya dapat diubah ke bentuk .xml, tapi dapat diubah pula ke bentuk lain yaitu .mxml. Untuk mengubah data yang terdapat pada Lampiran B menjadi .xml dibutuhkan sebuah skema .xml. Berikut skema yang digunakan:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
standalone="yes"?>
<Pengadaanxmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/
XMLSchema-instance">
<case>
<log>... </log>
<kode>... </kode>
<timestamp>... </timestamp>
<act>... </act>
<ori>... </ori>
</case>
```

- d. Kemudian setelah didapat data dengan tipe .xml maka selanjutnya yaitu tahap *discovery*. Untuk menentukan nilai *dependency* maka diperlukan beberapa langkah yaitu:

1. Menghitung frekuensi *dependency* antar dua aktivitas.
2. Setelah mendapatkan frekuensi *dependency* antara 2 aktivitas maka dimulai penghitungan nilai *dependency* dengan menggunakan rumus *Dependency* pada Bab II.
3. Untuk menentukan *graph dependency* maka dibutuhkan nilai *threshold*. Nilai *threshold* yang digunakan sebagai pembanding dalam menentukan *graph* didapat berdasarkan percobaan dengan mengambil nilai dari 0.0 - 0.99 yang kemudian dibandingkan dengan nilai *dependency* pada tahap d.2. Pada penelitian ini digunakan nilai *threshold* sebesar 0.88 dikarenakan saat dilakukan percobaan dengan nilai *threshold* dibawah 0.88 akan banyak data *noise* dengan frekuensi rendah seperti yang ditunjukkan pada
4. Setelah didapat nilai *threshold*, kemudian aktivitas dengan nilai *dependency* diatas nilai *threshold* (0.88) ditampilkan menjadi sebuah bentuk *graph dependency*. Berikut Gambar 3.2 yang merepresentasikan bentuk *graph dependency*nya :



Gambar 3 Graph Dependency Proses

Gambar 3.2 merupakan hasil dari perbandingan nilai *dependency* dan *threshold*.

- e. Tahap selanjutnya dari tahapan *discovery* yaitu menentukan *split* atau *join* pada input dan output dari suatu aktivitas, yang akan direpresentasikan dalam causal matriks.
- f. Setelah tahap *discovery process* dilaksanakan, maka dilanjutkan dengan tahap *conformance checking*. Pada tahap ini terdiri dari beberapa pengecekan terhadap nilai kesesuaian alur model proses terhadap *event log*. Terdapat beberapa perhitungan diantaranya menghitung nilai *fitness (recall)* dan nilai *precision (appropriateness)*.
- g. Setelah melakukan tahap *conformance checking*, maka selanjutnya akan memasuki tahap *enhancement* atau disebut juga tahap meningkatkan kualitas proses bisnis melalui saran-saran yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis pada tahap *conformance*.

BAB IV ANALISIS

A. Analisis Hasil Algoritma *Heuristic Miner*

Berdasarkan hasil *discovery* dengan menggunakan algoritma *heuristic miner*, terdapat 99 *log trace* yang terjadi selama lima tahun pada empat Fakultas yang berbeda. Beberapa *log trace* memiliki komposisi jumlah aktivitas yang berbeda. Terdapat dua aktivitas yang memiliki frekuensi kemunculan terbesar yaitu aktivitas Pembayaran (l) yang diikuti dengan Penulisan aset (m) dengan masing-masing 99 kali kemunculan. Dari hasil tersebut didapat pula beberapa aktivitas yang menyebabkan *noise*. Aktivitas-aktivitas *noise* tersebut memiliki frekuensi kemunculan yang rendah yaitu sebesar satu, aktivitas tersebut diantaranya aktivitas c yang diikuti dengan g, aktivitas d yang diikuti dengan i, aktivitas d yang diikuti dengan j, aktivitas g yang diikuti dengan i, aktivitas h yang diikuti dengan d.

Terdapat 47 *pattern log trace* yang berbeda dari 99 kasus, *pattern log trace* terbanyak yaitu dengan frekuensi 25 *log trace* yaitu *pattern abcdefghijklm*, *pattern* tersebut pula memiliki jumlah aktivitas yang terpanjang dari semua *log trace*. Frekuensi *pattern* yang terendah pada 99 *log trace* yaitu satu. Dan *pattern* yang memiliki jumlah aktivitas terpendek yaitu *cejlm*. Dilihat dari alur

proses yang sesungguhnya dan *pattern trace* yang terbentuk, urutan dan jumlah aktivitas yang terjadi mengisyaratkan bahwa terdapat beberapa aktivitas yang hilang padahal seharusnya aktivitas tersebut dilalui.

B. Conformance Analysis

a. Nilai *Fitness*

Nilai *fitness* merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menunjukkan banyaknya aktivitas yang dapat diamati pada *event log* yang ditangkap oleh model proses. Berdasarkan alur pada Gambar 3.2 yang terdapat dan *log trace* didapat nilai *fitness* sebesar 0.941. Sedangkan berdasarkan alur prosedur awal (Gambar 2.1) dan *log trace* nilai *fitness* didapat sebesar 0.815. Dilihat dari nilai *fitness* yang didapat dari dua perhitungan dengan menggunakan dua alur proses yang berbeda yaitu alur proses yang didapat dari *discovery* proses (*event log*) dan alur proses sebelumnya yang telah didefinisikan memiliki perbedaan nilai yang cukup jauh, dengan selisih sebesar 0.126. Dilihat dari perbedaan nilai *fitness* dari kedua model, model proses dengan nilai *fitness* 0.941 lebih dapat menangani peristiwa-peristiwa yang terjadi pada *log* dibandingkan dengan model proses telah ada (Gambar 2.1).

4.1.2.2 *Appropriateness*

Berdasarkan penghitungan menggunakan rumus *advance behavioral appropriateness* pada Bab II dihasilkan nilai *appropriateness* sebesar 0.95. Nilai ini menyatakan bahwa model hasil *discovery* memiliki kesesuaian alur aktivitas dengan *event log* sebesar 0.95.

4.1.3 Analisis Proses Bisnis

Aspek yang dianalisis dari proses bisnis yaitu aspek performansi. Berdasarkan alur *follows* dan *precedes* pada model proses seharusnya, penyelesaian suatu aktivitas (misal aktivitas a) menuju aktivitas lainnya (misal aktivitas b) pada setiap kasus memiliki durasi waktu penyelesaian yang berbeda beda. Ada aktivitas yang dilakukan dengan durasi yang sangat singkat dan ada pula yang memakan waktu sangat panjang. Banyak atau sedikitnya aktivitas yang dilakukan pada suatu kasus pengadaan tidak mempengaruhi waktu penyelesaian kasus tersebut. Hal yang mempengaruhi terjadinya perbedaan yaitu waktu pengerjaan antar aktivitas dari satu aktivitas ke aktivitas lain dalam suatu kasus. Jika

suatu aktivitas membutuhkan waktu yang lama pada kasus tersebut maka akan berakibat pada waktu pengerjaan keseluruhan aktivitas yang menjadi semakin lama terselesaikan. Jika dilihat dari lamanya waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu kegiatan, kegiatan Penetapan Barang pengadaan (b) ke kegiatan Pengajuan Pengadaan (c) memiliki durasi waktu yang terlama dengan rata-rata durasi 69 hari waktu pengerjaan, sedangkan pada aktivitas yang sama ada pula yang durasi pengerjaannya hanya satu hari. Hal seperti ini yang menyebabkan satu kasus pengadaan memakan waktu sangat lama. Terdapat faktor-faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi diantaranya; (1) adanya hari libur yang menyebabkan tertundanya suatu aktivitas dikerjakan, (2) adanya penumpukan pengerjaan aktivitas tertentu pada satu waktu, (3) tingkat prioritas kepentingan dari suatu barang atau jasa yang akan diadakan dan (4) kesukaran dalam memperoleh barang atau jasa yang diinginkan.

A. Enhancement

Dari hasil conformance dan analisa dapat dinilai akurasi kesesuaian model proses yang telah terbentuk terhadap peristiwa yang terjadi secara actual dan mengetahui performansi dari suatu aktivitas di suatu peristiwa. Dengan hasil analisis

tersebut dapat terbentuk beberapa saran atau rujukan untuk meningkatkan beberapa kekurangan tersebut, diantaranya:

- Diberikannya keterangan batasan waktu pengerjaan
- Setelah melakukan beberapa analisis dapat dilakukan perubahan pada alur model proses, seperti aktivitas pengajuan pengadaan dapat dilakukan sebagai permulaan dari suatu kasus pengadaan. Berikut gambar 4.1 mengenai usulan model proses untuk meningkatkan efektifitas dalam melakukan suatu pengadaan. Jika dibandingkan model proses pada Gambar 2.1 terdapat sedikit perubahan gambaran model proses. Pada model sebelumnya (Gambar 2.1) pada permulaan, dalam memulai suatu pengadaan aktivitas **a** merupakan satu-satunya aktivitas yang pertama kali harus dilaksanakan. Sedangkan, setelah melakukan analisis, proses dapat dimulai tidak hanya dari aktivitas **a** saja, melainkan dapat langsung ke aktivitas **c**.

Tabel 2 Keterangan Proses Bisnis

No	Aktivitas	Rekaman Data	Waktu Pengerjaan
a	Mengidentifikasi kebutuhan barang yang diperlukan oleh Fakultas	Spesifikasi Barang	Optional sesuai kebutuhan Fakultas
b	Menetapkan barang dan jasa yang akan diajukan untuk pengadaan	Spesifikasi barang	Optional sesuai kebutuhan Fakultas
c	Pengajuan permintaan spesifikasi barang dan jasa kepada warek II	Nota dinas permintaan barang	Tidak melebihi waktu dari tahun penyusunan RKA tahun tersebut
d	Bagian Logistik menerima kesesuaian pengajuan pembelian dari tiap fakultas dengan RKA (disposisi Logistik ke Warek II)	Nota dinas Justifikasi	Satu hari kerja setelah menerima pengajuan
e	Bagian Logistik menerima kembali Nota dinas dari Warek II (disposisi ke Logistik)	Nota dinas	Satu hari kerja setelah disposisi diberikan pada Warek II
f	Bagian Logistik mengeluarkan SPPH	SPPH	Satu hari kerja setelah Logistik menerima disposisi dari Warek II
g	Vendor memberikan Surat Penawaran Harga (SPH)	SPH	Maksimal tujuh hari kerja dari waktu Logistik mengeluarkan SPPH
h	Logistik melakukan negosiasi sesuai dengan klasifikasi barang dan jasa yang diajukan	Berita acara negosiasi	Setelah SPH diterima oleh Logistik (negosiasi dilakukan dalam satu hari))
i	Bagian Logistik membuat kontrak yang ditandatangani pihak YPT dan vendor	Kontrak (SPK)	Satu hari kerja setelah dilakukannya negosiasi
j	Pengiriman barang dan penerbitan BAST sesuai dengan kontrak kesepakatan	BAST	Sesuai kesepakatan di Surat Kontrak Kerja
k	Menyerahkan permohonan pembayaran	Kwitansi pembayaran	Satu hari kerja setelah Pengiriman barang
l	Pembayaran	Bukti transfer/Kwitansi	Saat mendapat surat permohonan pembayaran
m	Penulisan inventaris aset	SAI	Saat barang telah diterima

V KESIMPULAN

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil discovery, model proses yang didapat memiliki beberapa perbedaan pada alur pengerjaan aktivitas, diantaranya:
 - (a) Aktivitas c dapat dilakukan tanpa harus melakukan aktivitas a dan b.
 - (b) Aktivitas c tidak hanya diikuti oleh aktivitas d saja, melainkan dapat diikuti aktivitas d, e dan f.
 - (c) Aktivitas e tidak hanya diikuti oleh aktivitas f saja, tapi dapat diikuti oleh aktivitas h juga.
2. Terdapat beberapa kekurangan pada model proses bisnis yang berlaku diantaranya, (a) beberapa aktivitas yang sama menghabiskan waktu (durasi) yang berbeda saat pelaksanaannya dan jarak perbedaan waktu tersebut relatif besar, (b) banyaknya aktivitas yang tidak dilalui ketika pelaksanaannya sehingga terdapat beberapa frekuensi aktivitas yang tidak sesuai dengan alur seharusnya.
3. Berdasarkan hasil perbandingan dari hasil analisis *conformance* pada model proses yang telah ditetapkan dengan model proses hasil discovery, model proses memiliki nilai fitness sebesar 0.815 sedangkan hasil model proses hasil discovery memiliki nilai sebesar 0.941. Dengan nilai tersebut maka model proses yang lebih baik (mampu menangani peristiwa-peristiwa yang terjadi pada event log) yaitu model proses hasil discovery. Namun, jika hasil analisis *conformance* ditinjau terhadap hasil analisis log (frekuensi aktivitas pada *trace*) maka model proses yang sesuai untuk meningkatkan model proses bisnis lama yaitu model proses pada tahap *enhancement*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.J.M.M. Weijters, W.M.P. van der Aalst and A.K. Alves de Medeiros. (n.d.). *Process Mining with the Heuristics Miner Algorithm*. Eindhoven, Netherland: Eindhoven University of Technology.
- [2] Aalst, W. v. (n.d.). *Distributed Process Discovery and Conformance Checking*. Netherlands: Eindhoven University of Technology, Queensland University of Technology.
- [3] Karindra, A. S. (2011). *Analisis dan implementasi Process Mining Pada Online Test Evaluation Dengan Algoritma Heuristic Miner*. Bandung: Institute Teknologi Telkom.
- [4] Logistik, U. (2012). *Prosedur Pengadaan Barang dan Jasa*. Bandung: Telkom Engineering School.
- [5] Melike Bozkaya, Joost gabriels, Jan Martijn van der Werf. (2009). Process Diagnostic: a Method Based on Process Mining. *International Conference on Information, Process, and Knowledge Management* (pp. 22-27). Cancun: Tech. Univ. Eindhoven.
- [6] Nutchar Senewong Na Ayutaya, Prajin Palungsuntikul, Wichai Premchaiswadi. (2012). Heuristic Mining: Adaptive Process Mining Simplification in Education. *Tenth International Conference on ICT Knowledge Engineering* (pp. 221-227). Bangkok: Siam University.
- [7] R.P. Jagadeesh Chandra Bose, Eric H.M.W. Verbeek, Wil M.P. van der Aalst. (2011). Discovering Hierarchical Process Model Using ProM. *CAISE*. Eindhoven, Netherland: Departement of Mathematics and Computer Science.
- [8] Rozinat, A., Aalst, W. (2009). *Conformance Checking of Processes Based on Monitoring Real Behavior*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- [9] Stoop, J. (2012). *Process Mining and Fraud detection*. Enschede, Belanda: Universiteit Twente.
- [10] Weijters, A. (2011). Flexible Heuristics Miner. *Computational Intelligence and Data Mining (CIDM)* (pp. 310-317). Paris: Research School for Operations Management and Logistics.
- [11] Ritchi, H. (2009). Identifikasi Pengendalian Aplikasi Dalam Analisis Proses Bisnis. Pustaka UNPAD.
- [12] Ahmaluddin Zinni, Moh. (2012). Quality Assesment pada Algoritma-Algoritma Discovery Process Mining. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.