

## Implementasi Process Mining Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: Event Log Rekam Medis Pasien Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar)

Dito Wisnu Murti, I Gede<sup>1</sup>, Atastina, Imelda<sup>2</sup>, Kurniati, Angelina Prima<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom Bandung

<sup>1</sup>[ditowisnu@gmail.com](mailto:ditowisnu@gmail.com), <sup>2</sup>[imelda@telkomuniversity.ac.id](mailto:imelda@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[apk@ittelkom.ac.id](mailto:apk@ittelkom.ac.id)

### Abstrak

Setiap organisasi menggunakan sistem informasi dalam menunjang efektivitas dan efisiensi kegiatan operasional organisasi. Salah satu organisasi yang menggunakan sistem informasi adalah rumah sakit. Rumah sakit berusaha untuk memberikan pelayanan perawatan medis terbaik kepada pasien. Setiap pasien mendapat perawatan medis yang berbeda sesuai dengan masalah kesehatan masing-masing pasien. Sehingga standar perawatan medis yang berlaku di rumah sakit pada prakteknya sering berbeda dengan keadaan sebenarnya. Perlu dilakukan audit untuk mengevaluasi organisasi dan proses yang terjadi untuk memastikan validitas dan kehandalan informasi pada organisasi dan proses yang berkaitan. Audit dilakukan dengan process mining karena memiliki kemampuan untuk melakukan ekstraksi event log pada data rekam medis yang digunakan untuk penelitian. Hasil dari process mining berupa model proses. Mining dilakukan dengan algoritma genetika karena menggunakan strategi pencarian global dimana fitness pada kandidat model dihitung dengan membandingkan model proses dengan semua traces pada event log sehingga proses pencarian menjadi sangat global. Model proses terbaik ditentukan dari hasil algoritma genetika dengan fitness terbaik. Dari hasil percobaan diperoleh model proses terbaik dengan nilai populasi 100, generasi 4000, fitness 0.974. Kemudian dilakukan conformance checker untuk melihat kesesuaian antara model proses dengan event log. Rekomendasi diberikan berdasarkan hasil analisa dari conformance checker dan performance analysis with petri net. Ditemukan bottleneck pada aktivitas GEN dan PRO, maka rekomendasi yang bisa diberikan menambah sarana medis, tenaga medis dan mencatat secara otomatis hasil uji laboratorium dan resep obat.

**Kata kunci :** Audit, Process Mining, Algoritma Genetika.

### Abstract

Every organization uses information system to support its operational activities effectively and efficiently. One of them is Hospital. Hospital tends to give its best services to the patients. Patients get their medical treatment different from each other based on their disease. Therefore, standard of medical treatment that apply in hospital often different practically from actual condition. In order to know actual condition, we need auditing to evaluate organization and its process to ensure validation and reliability of information in the organization and its process. Auditing uses process mining because it has the ability to extract event log from medical record which is used in this final project. The result of process mining is process model. Mining is done by using genetic algorithm because it applies global searching strategy where fitness of candidate model is measured with comparing process model with all traces from event log. The best process model is determined from the best fitness of genetic algorithm. The best process model is obtained with 100 population, 4000 generation, fitness is 0.974. Then, conformance checker is used to evaluate similarity between process model and event log. Finally, recommendation is given based on conformance checking and performance analysis with petri net. Bottleneck was found in GEN and PRO. Recommendation that was given is increasing medical equipment, human resource and record automatically result of lab test and medicine receipt.

**Keywords:** Audit, Process Mining, Genetic algorithm.

### 1. Pendahuluan

Saat ini, setiap organisasi menggunakan sistem informasi dalam menunjang efektivitas dan efisiensi kegiatan operasional organisasi mereka. Sistem informasi juga dipandang memberi nilai tambah dan keuntungan yang kompetitif[16]. Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Sanglah Denpasar. Setiap rumah sakit fokus pada cara untuk mempercepat proses layanan perawatan medis untuk memberikan perawatan medis yang berkualitas kepada pasien namun di saat

yang sama dapat mengurangi biaya[14]. Setiap pasien mendapatkan perawatan medis yang berbeda sesuai dengan masalah kesehatan masing-masing pasien. Sehingga alur perawatan medis yang berlaku di rumah sakit pada prakteknya sering berbeda dengan perawatan medis yang diterima pasien. Perlu dilakukan audit untuk mengevaluasi kesesuaian alur perawatan medis yang dilakukan oleh pasien dengan standar alur perawatan medis yang berlaku di RSUP Sanglah.

Audit dilakukan untuk mengevaluasi organisasi dan proses yang terjadi pada organisasi untuk memastikan validitas dan kehandalan informasi pada organisasi dan proses yang berkaitan[12]. Audit dilakukan dengan menggunakan metode process mining karena memiliki kemampuan menemukan, memonitor dan memperbaiki proses sebenarnya dengan melakukan ekstraksi *knowledge* dari *event log* yang ada pada sistem informasi[12]. *Event log* pada penelitian tugas akhir ini berupa data rekam medis pasien RSUP Sanglah. Hasil dari process mining berupa model proses.

Mining terhadap *event log* dilakukan dengan algoritma genetika. Kelebihan algoritma genetika adalah memiliki kemampuan mengatasi *noise* yang ada pada *event log*[7]. *Noise* pada *event log* rekam medis pasien dimana aktivitas yang terekam pada *event log* jarang terjadi misalnya pasien hanya melakukan registrasi.

Model proses terbaik ditentukan dari hasil algoritma genetika dengan *fitness* terbaik. Kemudian dilakukan *conformance checker* untuk melihat kesesuaian antara model proses dengan *event log*[13]. *Fitness* pada *conformance checker* mengukur model proses dan *event log* apakah proses yang diamati sesuai dengan *control flow* yang ditentukan oleh model proses sedangkan *appropriateness* untuk mengukur apakah model menggambarkan proses yang diamati dengan cara yang tepat[15]. Selain itu dilakukan analisa dari sisi *performance analysis with petri net*, untuk mengetahui posisi *bottleneck* pada model proses. Terakhir, penulis akan memberikan rekomendasi kepada pihak RSUP Sanglah berdasarkan *performance analysis with petri net* dan *conformance checker*.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Proses Bisnis

Proses bisnis adalah serangkaian aktivitas bisnis yang secara logis saling terkait untuk mengirimkan sesuatu yang bernilai (misalnya produk, barang, layanan atau informasi) untuk pelanggan[4].

### 2.2 Audit SI/TI

Audit SI/TI adalah proses mengumpulkan dan mengevaluasi bukti-bukti untuk menentukan apakah suatu sistem aplikasi komputerisasi telah menetapkan dan menerapkan sistem pengendalian internal yang memadai, memelihara integritas data, mencapai tujuan organisasi secara efektif dan menggunakan sumber daya secara efisien[2]. Tujuan melakukan audit sistem informasi adalah untuk memastikan kinerja dalam organisasi berjalan sesuai dengan perencanaan dan tujuan bisnis organisasi. Faktor yang berpengaruh terhadap kontrol dan audit pada komputer yaitu biaya yang harus dikeluarkan organisasi saat kehilangan data, pengambilan keputusan yang tidak tepat akibat ketidakakuratan data, penyalahgunaan komputer misalnya hacking, akses fisik secara ilegal yang berakibat pelanggaran privasi, pencurian dan modifikasi aset, biaya yang

tinggi saat komputer error misalnya komputer untuk memonitor kondisi pasien selama operasi bedah[18].

### 2.3 Preprocessing

Tujuan dari *preprocessing* data adalah memperbaiki data dari bentuk data yang tidak valid, misalnya *missing value*, menghasilkan nilai di luar *range* (misal: pendapatan -1000), dan lainnya[5].

### 2.4 Process Mining

*Process mining* adalah suatu metode yang digunakan untuk mengekstraksi *knowledge* dari *event logs* yang umumnya tersedia pada sistem informasi[11]. Tujuan dari *process mining* adalah melakukan ekstraksi informasi dari *event logs* untuk melakukan *capture* terhadap proses bisnis saat dieksekusi[9]. Sumber data pada *process mining* disebut dengan *event logs*, mengacu ke istilah *history*, *audit trail*, *transaction log* dan sebagainya[14].

### 2.5 Internal Representation

*Internal representation* digunakan oleh algoritma genetika untuk memperlihatkan ketergantungan antar *task* pada *log* dimana model secara jelas menyatakan *task* yang memungkinkan dieksekusi dengan *task* lainnya[7].

#### 2.5.1 Causal Matrices

Suatu model proses adalah sebuah matriks dengan ekspresi *boolean* yang di diasosiasikan dengan baris dan kolom[7]. *Causal relation* antar aktivitas pada proses di matriks ditandai dengan ( $\rightarrow$ ). Ekspresi *boolean* digunakan untuk menjelaskan konsep *routing* dengan menggunakan AND/OR-split/join sehingga operator *boolean* yang digunakan hanya *and* ( $\wedge$ ) dan *or* ( $\vee$ ).

### 2.6 Algoritma Genetika

Algoritma genetika bekerja dengan sebuah populasi yang terdiri individu-individu, yang masing-masing individu mempresentasikan sebuah solusi yang mungkin bagi persoalan yang ada[2]. Ada 4 tahap algoritma genetika yaitu *initialization*, *selection*, *reproduction* dan *termination*. Tahap *initialization* adalah tahap pembentukan populasi awal dimana individu pertama yang akan digunakan[12]. Pada tahap *selection* akan dihitung nilai *fitness* di tiap individu. Sebuah model akan memiliki nilai *fitness* yang sempurna jika semua *trace* pada *log* dapat di *replay* oleh model dari awal sampai akhir[12]. Jenis *fitness* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tipe *fitness Extra Behavior Punishment*. Model dengan nilai *fitness* tertinggi akan berpindah ke generasi selanjutnya. Proses ini disebut *elitism*. Selanjutnya dalam pembentukan *parent* menggunakan *tournament5* dimana 5 individu dipilih secara acak untuk membentuk individu baru[12]. Di tahap *reproduction* adalah memilih *parent* individu untuk menghasilkan *offspring* baru. Tahap *reproduction* ada dua jenis yaitu *crossover* dan *mutation*[7].

### 2.7 Conformance Checking

*Conformance checking* adalah menguji kesesuaian antara model proses dengan *event log*.

Model proses yang digunakan adalah model proses yang dikonversi ke dalam bentuk *petri net*. Pada *conformance checking*, ada 3 hal yang akan menjadi bahan analisa yaitu *fitness*, *behavioral appropriateness* dan *structural appropriateness*[1].

## 2.8 ProM 5.2

ProM adalah *framework open source* yang tersedia di [www.processmining.org](http://www.processmining.org). *Toolset* ini memiliki arsitektur *pluggable* dan mendukung berbagai macam model aliran kontrol termasuk berbagai jenis *Petri nets*, *event driven-process chains* (EPCs), *Business Process Modeling Notation* (BPMN) dan *Business Process Execution Language* (BPEL)[10].

## 2.9 Data Billing Rekam Medis Pasien RSUP Sanglah

Data yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini adalah data billing yang berisi aktivitas yang dilakukan oleh pasien dari registrasi sampai mendapat tindakan medis. Pada data ini terdapat 11 jenis aktivitas yaitu GEN, PRD, CON, LAB, PRO, INV, GRP, ROM, PRM, SOI, SPE[19].

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Deskripsi Umum

Berikut gambaran umum alur pengerjaan tugas akhir yang dibuat penulis untuk mengimplementasikan algoritma genetika pada data *billing* rekam medis pasien RSUP Sanglah Denpasar: *Start* → *Event Log* → *Preprocessing* → *Process Mining* → *Performance analysis with petri net* – *Conformance checker* → *End*.

## 4. Pengujian dan Analisis

### 4.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukan pengujian adalah:

- Menentukan model proses terbaik dengan algoritma genetika.
- Melakukan analisa terhadap model proses terbaik kemudian memberikan rekomendasi berdasarkan *performance analysis with petri net* dan *conformance checker*.

### 4.2 Hasil Pengujian dan Analisis

#### 4.2.1 Hasil Pengujian Model Proses Terbaik.

Pengujian dilakukan dengan mengubah nilai parameter populasi dan generasi. Model proses dengan 100 populasi dan 4000 generasi dipilih sebagai model proses terbaik karena memiliki nilai *fitness* tertinggi 0.974.

Validasi model dilakukan dengan cara melihat nilai *fitness* yang ada di *conformance checker*. Didapat nilai *fitness* 0.959 dengan jumlah log traces yang sesuai dengan model proses sebanyak 749 log traces dari 1349 log traces. Nilai *fitness* yang digambarkan dalam kisaran antara 0,9 - 0,99 merupakan dalam nilai *fitness* yang memiliki angka *confident* yang baik dalam menggambarkan suatu model proses bisnis[17]. Jadi model proses yang dipilih dinilai sudah baik dalam memodelkan proses bisnis yang terjadi.

#### 4.2.2 Audit dan Rekomendasi.

Audit dilakukan dengan *conformance checker* untuk menguji kesesuaian antara model proses yang dihasilkan dengan event log. Didapat hasil nilai *fitness* 0.959 dimana 749 log traces sesuai dengan model proses. Pada nilai *precision*, Didapat nilai 0.796 dan 0.516 yang berarti pada model proses memperbolehkan behavior yang tidak ada pada log namun terjadi pada model. Hal ini disebabkan oleh pembentukan model proses saat *crossover* dan mutasi yang menghasilkan keragaman struktur pada model proses. Akibatnya perilaku yang saling mendahului (*precede*) dan mengikuti (*follow*) pada log terkadang jarang muncul pada model (*always precedes* dan *always follows*) atau perilaku yang tidak pernah saling mendahului (*precede*) dan mengikuti (*follow*) pada log, namun terkadang saling *follow* dan *precede* pada model.

Selanjutnya menganalisa *bottleneck* menggunakan *performance analysis with petri net* didapat hasil *bottleneck* terjadi pada aktivitas GEN dan PRO akibat waktu rata-rata dan maksimal pada kedua aktivitas tersebut melebihi waktu rata-rata pada keseluruhan model proses.

	Throughput time (seconds)
avg	75.03
min	0.0
max	5220.0
stdev	404.99
fast 25...	0.0
slow 2...	300.51
norma...	0.0

Gambar 1: Waktu rata-rata model proses

	Waiting time (second..)	Synchronization time (se...	Sojourn time (second..)
avg	138.45	0.0	138.45
min	0.0	0.0	0.0
max	14796.0	0.0	14796.0
stdev	929.03	0.0	929.03
fast 25.0...	0.0	0.0	0.0
slow 25...	552.34	0.0	552.34
normal...	0.0	0.0	0.0

Gambar 2: Waktu rata-rata aktivitas GEN

	Waiting time (second..)	Synchronization time (se...	Sojourn time (second..)
avg	65.53	0.0	65.53
min	0.0	0.0	0.0
max	33310.0	0.0	33310.0
stdev	1418.62	0.0	1418.62
fast 25.0...	0.0	0.0	0.0
slow 25...	262.13	0.0	262.13
normal...	0.0	0.0	0.0

Gambar 3: Waktu rata-rata aktivitas PRO

Rekomendasi yang bisa diberikan sebaiknya menambah alat laboratorium serta jumlah tenaga medis. Selain itu sebaiknya menggunakan aplikasi untuk mencatat secara otomatis tindakan yang dilakukan terhadap pasien dalam hal pencatatan hasil lab dan resep obat.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang penulis lakukan, maka penulis memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Preprocessing* dilakukan dengan cara *originator* pada data rekam medis. *Case id* ditentukan

berdasarkan kegiatan 1 pasien, *activity* adalah kode aktivitas pasien, *timestamp* adalah waktu aktivitas pasien dan *originator* adalah ID pasien. Kemudian hapus data yang sama pada *originator*, *timestamp* dan *activity* kemudian hapus kolom *description* dan *billing ID*. Kolom *description* dan *billing ID* dihapus untuk menghindari bentuk model seperti *spaghetti* yang sulit untuk dipahami. Terakhir, data *event log* dikonversi ke format mxml.

2. Algoritma genetika bisa diterapkan pada data event log rekam medis pasien RSUP Sanglah dimana menghasilkan model proses dengan nilai *fitness* 0.974 dan model proses yang dihasilkan memiliki nilai *precision* dengan model proses yang *over general*.

3. Terdapat *bottleneck* pada place yang menghubungkan GEN ke aktivitas INV, PRO, PRM CON. Rekomendasi yang bisa diberikan sebaiknya menambah alat laboratorium serta jumlah tenaga medis. Selain itu sebaiknya menggunakan aplikasi untuk mencatat secara otomatis tindakan yang dilakukan terhadap pasien dalam hal pencatatan hasil lab dan resep obat.

## 5.2 Saran

Saran untuk pengembangan yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebaiknya melakukan audit dengan algoritma lainnya sehingga bisa dilihat perbandingan hasil auditnya.

## Daftar Pustaka:

- [1] Bab7 Algoritma Genetika. Retrieved November 5, 2013. from <http://lecturer.eepis-its.edu/~entn/Kecerdasan%20Buatan/Buku/Bab%207%20Algoritma%20Genetika.pdf>
- [2] BAB 1 Auditing dan Sistem Informasi. Retrieved November 5, 2013 from <http://elearning.amikom.ac.id/index.php/download/materi/555116-ST109-2/>
- [3] Conformance Checker. (2009). Process Mining: Conformance Checker Retrieved August 16, 2014 from [http://www.processmining.org/online/conformance\\_checker?s\[\]=conformance&s\[\]=checker](http://www.processmining.org/online/conformance_checker?s[]=conformance&s[]=checker)
- [4] Cousing, Jay., Stewart Tony and RivCom Ltd. What is Business Process Design and Why Should I Care?. Retrieved July 14, 2014, from <http://www.rivers-family.info/resources/RivCom-WhatIsBPD-WhyShouldICare.pdf>
- [5] Data Preprocessing. (2011, July 12). Retrieved November 5, 2013, from Iasri: [http://www.iasri.res.in/ebook/win\\_school\\_aa/notes/Data\\_Preprocessing.pdf](http://www.iasri.res.in/ebook/win_school_aa/notes/Data_Preprocessing.pdf)
- [6] de Medeiros, A.K. Alves., Ana Karla. Genetic Algorithm Plug-In.
- [7] de Medeiros, A.K. Alves., A.J.M.M. Weijters, W.M.P. van der Aalst. 2004. Using Genetic Algorithms to Mine Process Models Representation, Operators and Results. Eindhoven, Netherland: Eindhoven University of Technology.
- [8] de Medeiros, A.K. Alves., A.J.M.M. Weijters, W.M.P. van der Aalst. 2006. Genetic Process mining: An Experimental Evaluation. Eindhoven, Netherland: Eindhoven University of Technology.
- [9] der Aalst, W.M.P. van., A.J.M.M. Weijters. 2004. Process mining: a research agenda. Eindhoven, Netherlands: Eindhoven University of Technology.
- [10] der Aalst, W.M.P. Van., et al. 2010. Auditing 2.0: Using Process mining to Support Tomorrow's Auditor. Eindhoven, Netherlands.
- [11] der Aalst, W.M.P. van., Adriansyah, A et.al. 2012. Process mining Manifesto. Berlin: Proceedings of the BPM 2011 Workshops, Part I, Volume 99 of LNBIP, pages 169-194, Springer-Verlag.
- [12] der Aalst, W.M.P. van., 2010. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer
- [13] Jans, Mieke., Michael Alles., Miklos Vasarhelyi. 2010. Process Mining Of Event Logs in Auditing: Opportunities and Challenges.
- [14] Mans, R.S., et al. 2008. Application of Process Mining in Healthcare – A Case Study in a Dutch Hospital. Springer – Verlag Berlin Heidelberg.
- [15] Rozinat, A., W.M.P van der Aalst. Conformance Checking of Processes Based On Monitoring Real Behavior. Eindhoven, Netherlands.
- [16] Ward, John, Joe Peppard. 2002. Strategic Planning for Information Systems. John Wiley & Sons.
- [17] Weber, P. 2009. A Framework for The Comparison of Process Mining Algorithms. School of Computer Science University of Brimingham (2009) p.1
- [18] Weber, Ron. 1999. Information System Control and Audit. Pretince-Hall, Inc., New Jersey.
- [19] Yanson. 2014. Sistem Informasi Manajemen RSUP Sanglah. EDP RSUP Sanglah