



Disertasi

DETEKSI *PROCESS-BASED FRAUD* DALAM APLIKASI KREDIT

Solichul Huda

5113301003

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. Drs. Ec. Riyanarto Sarno, MSc, PhD

Tohari Ahmad, S.Kom, MIT, Ph.D

PROGRAM DOKTOR

PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016

LEMBAR PENGESAHAN DISERTASI

Judul : Deteksi *Process-based Fraud* dalam Aplikasi Kredit
Oleh : Solichul Huda
NRP : 5113301003

Telah diujikan pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 24 Januari 2017
Tempat : Ruang Sidang Program Studi Ilmu Komputer

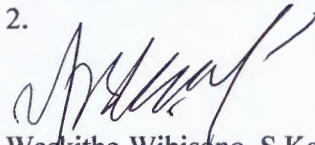
Dosen Penguji

1.



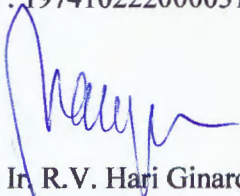
Prof. Dr. Ir. Marsudi Wahyu Kisworo
NIP/NIDN. 0429105804

2.



Waskitho Wibisono, S.Kom, M.Eng, Ph.D
NIP. 197410222000031001

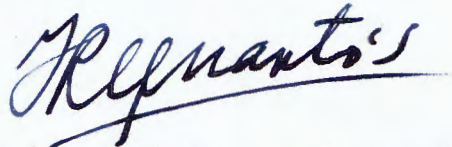
3.



Dr. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc
NIP.196505181992031003

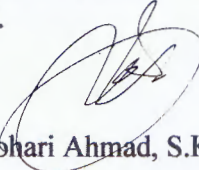
Dosen Pembimbing

1.



Prof. Drs. Ec. Ir. Rianarto Sarno, M.Sc, Ph.D
NIP. 195908031986011001

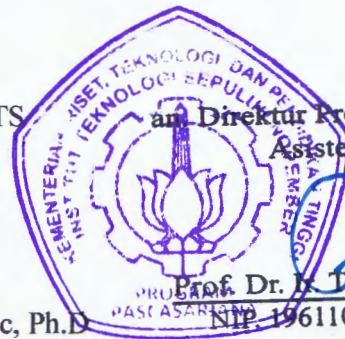
2.



Tohari Ahmad, S.Kom, MIT, Ph.D
NIP. 197505252003121002

Direktur

Program Pasca Sarjana ITS



an Direktur Program Pascasarjana
Asisten Direktur

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D

NIP. 196012021987011001

Prof. Dr. H. Tri Widjaja, M.Eng.

NIP. 19611021 198603 1 001

DETEKSI *PROCESS-BASED FRAUD* DALAM APLIKASI KREDIT

Nama : Solichul Huda
NRP : 5113301003
Promotor : Prof. Drs. Ec. Riyanarto Sarno, M.Sc, Ph.D
Co-promotor : Tohari Ahmad, S.Kom, MIT, Ph.D

ABSTRAK

Fraud dalam bidang perbankan semakin banyak terjadi khususnya di aplikasi kredit. Umumnya fraud diketahui setelah terjadi pencairan kredit. Penelitian disertasi ini mengembangkan metode deteksi fraud dalam proses bisnis, sehingga pencairan kredit dapat dibatalkan. Fraud yang terjadi pada proses bisnis disebut *Process-based Fraud* (PBF).

Kesulitan dalam mendeteksi PBF adalah mengidentifikasi indikator atau atribut fraud dan cara deteksi yang perlu dikembangkan. Oleh karena itu kontribusi disertasi ini adalah identifikasi indikator atau atribut PBF dan cara mendeteksi PBF yang lebih akurat. Untuk mengatasi perbedaan pandangan yang terjadi diantara ahli fraud terkait perbedaan dalam pembobotan PBF, disertasi ini mengembangkan metode *Fuzzy Multi Attribute Decision Making* (MADM) untuk mendeteksi PBF.

Pemecahan kedua masalah tersebut dilakukan sebagai berikut, pertama menganalisis indikator atau atribut yang diidentifikasi dari proses yang melanggar *Standard Operating Procedure* (SOP). Metode analisis atribut yang digunakan antara lain analisis *skip*, analisis *throughput time*, analisis *resource*, analisis *duty*, analisis *pattern*, analisis *decision*, dan analisis *event parallel*. Selanjutnya, berdasar atas indikator/atribut tersebut ditentukan kriteria/*attribute value* dan bobot penting atribut. Selain kedua kriteria tersebut, penelitian disertasi ini juga memasukkan bobot kepatuhan pelaksana proses (*originator*) dalam menentukan bobot fraud.

Penelitian disertasi ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut, pertama sistem menganalisis pelanggaran SOP, lalu *attribute value* ditetapkan berdasar pada pelanggaran dan bobot kepatuhan pelaksana proses. Kemudian, bobot penting atribut ditentukan menggunakan metode *Modified Digital Logic*(MDL). Selanjutnya bobot fraud ditentukan menggunakan metode *decision vector*, inferensi fuzzy dan MADM. Terakhir, bobot fraud ditetapkan sebagai fraud atau tidak berdasarkan *threshold*.

Hasil penelitian disertasi ini kinerjanya dievaluasi menggunakan *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Evaluasi metode dengan Fuzzy MADM tanpa model kepatuhan memperoleh akurasi, sensitivitas dan spesifisitas masing-masing 0.98, 0.77 dan 0.99. Sedangkan evaluasi metode deteksi PBF dengan mengintegrasikan bobot kepatuhan memperoleh akurasi, sensitivitas dan spesifisitas masing-masing 0.99, 1 dan 0.99.

Kata kunci : Process-based Fraud, bobot fraud, identifikasi fraud, deteksi fraud, fuzzy MADM, *attribute value*, bobot penting atribut, *PBF rating*, *modified digital logic*, *suspicious fraud*, bobot relasi, *process mining*, bobot kepatuhan.

PROCESS-BASED FRAUD DETECTION IN CREDIT APPLICATION

Name : Solichul Huda
NRP : 5113301003
Promoter : Prof. Ir. Drs. Ec. Rianarto Sarno, M.Sc, Ph.D
Co-promoter : Tohari Ahmad, S.Kom, MIT, Ph.D

ABSTRACT

Fraud especially in credit applications is getting increasingly widespread. Generally fraud is known after draw done of the credit. This study attempt to detect fraud in processes, hence draw done of credit may be canceled. Fraud which occurs in a business process is called Process-based fraud (PBF).

Difficulty in detecting fraud are identification of indicators or attributes of fraud and detection methods which need to be developed. Therefore, the contribution of the dissertation are identification of indicators or attributes of PBF and method for detecting PBF more accurately. To overcome of weighting PBF by experts, the dissertation develop Fuzzy Multi Attribute Decision Making (MADM) for detecting PBF.

Solving to these problem is done as follows, first, identify indicators or attributes which identified from processes deviate the Standard Operating Procedure (SOP). Skip analysis, throughput time analysis, resource analysis, duty analysis, pattern analysis, decision analysis, and event parallel analysis used to identify indicators or attributes. Base on indicator or attribut, the method decide criteria / attribute value and important weights of attributes. Further, the dissertation also include behavior of originator for weighting PBF.

The dissertation is performed by stages as follows, first, the system analyzes a deviation of SOP. Based on deviation and behavior of originator, the attribute value is determined. Afterwards, the weight important attributes is decided using Modified Digital Logic method. Furthermore, using the decision vector, fuzzy inference and MADM, the weight of fraud is established. Based on threshold, the weight of fraud is determined as fraud or not. Performance of the methods is evaluated using Receiver Operating Characteristic (ROC). Evaluation of the method resulted accuracy, sensitivity and specificity of 0.98, 0.77 and 0.99 respectively. Using behavior model for detecting PBF, the method can obtain accuracy, sensitivity and specificity of 0.99, 1 and 0.99 respectively.

Key word : Process-based Fraud, weight of fraud, fraud identification, fraud detection, fuzzy MADM, attribute value, important attribute weight, PBF rating, Modified Digital Logic method, Suspicious fraud, relation weight, process mining, behavior of originator.

Kata Pengantar

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga pada saat ini penulis telah menyelesaikan penelitian tentang *Process-based Fraud* ini. Semoga laporan disertasi ini bisa menjelaskan tentang penelitian mulai dari awal penelitian sampai penelitian berikutnya yang akan dilakukan.

Penelitian ini dilakukan di PT. Bank Pemerintah Daerah, selama 2 tahun mulai Januari 2012 – Desember 2013. *Process-based Fraud* yang sering terjadi di lingkungan perbankan Indonesia mendorong semangat penelitian untuk memberikan kontribusi pada perekonomian Indonesia terutama perbankan.

Terima kasih peneliti sampaikan kepada promotor, Bapak Prof. Ir. Drs. Ec. Rianarto Sarno, MSc, Ph.D dan co-promotor, Bapak Tohari Ahmad, S.Kom, MIT, Ph.D yang telah dengan sabar, ikhlas dan meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan banyak solusi dalam penelitian ini. Terima kasih juga peneliti sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Marsudi Wahyu Kisworo, Bapak Waskitho Wibisono, S.Kom, M.Eng, Ph.D dan Bapak Dr. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc selaku penguji yang telah memberi masukan demi kesempurnaan laporan penelitian ini.

Terima kasih juga peneliti sampaikan kepada ahli fraud dari Bapak Sudarsono, SH, QIA, Bapak Arief Qomarudin, SE, Bapak Sudaryanto, SE dan Bapak Siswanto, SH, atas waktu dan pemikiran yang telah diberikan baik dalam memberi bobot fraud maupun waktu untuk diskusi selama penelitian ini berlangsung. Begitu juga kepada Bapak Heri Setyawan, S.Kom, QIA, Bapak Suwigyo Gutomo, SH dan Bapak Junaidi, SE selaku ahli *event logs* yang telah membantu memvalidasi *event logs* aplikasi kredit ini.

Selain itu terima kasih peneliti sampaikan kepada istriku Erni Setyoningsih, SE, anak-anakku Naviq Maula Aseda dan Aliv Okta Aseda, yang selalu memotivasi dan ikhlas ketika peneliti meninggalkan mereka demi penelitian ini. Dan terima kasih peneliti sampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu, semoga Allah selalu meridhoi kita semua dan penelitian ini nanti bermanfaat.

Surabaya, 05 September 2016

Peneliti

Nomenklatur

A	:	nilai pertama fungsi keanggotaan fuzzy trapesium
B	:	nilai kedua fungsi keanggotaan fuzzy trapesium
C	:	nilai ketiga fungsi keanggotaan fuzzy trapesium
D	:	nilai keempat fungsi keanggotaan fuzzy trapesium
N	:	jumlah <i>rule</i>
\mathcal{A}	:	atribut <i>Process-based Fraud</i>
β	:	bobot perbedaan relasi antar originator
B	:	batas nilai interval perilaku jelek
G	:	batas nilai interval perilaku baik
L	:	<i>event logs</i>
\mathcal{C}	:	universal case
C	:	Case
$ C $:	total relasi dalam semua case \mathcal{C}
\mathcal{E}	:	universal event
\triangleright	:	berelasi dengan
e	:	event dari sebuah <i>case</i>
σ	:	<i>trace</i> , urutan rangkaian eksekusi <i>event</i> e dalam 1 <i>case</i> c
E_t	:	Menjalankan <i>event</i> yang sesuai SOP
E_f	:	menjalankan <i>event</i> yang melanggar SOP
R_t	:	menjalankan <i>event</i> sesuai SOP oleh originator yang berelasi
R_f	;	menjalankan <i>event</i> melanggar SOP oleh originator yang berelasi
S	:	<i>attribute rating</i>
R	:	bobot relasi antara originator ke satu dengan originator ke 2
p	:	originator
n	:	jarak antara originator p_1 dengan p_2 dalam menjalankan <i>event</i>
$ c $:	jumlah relasi dari total <i>case</i>
\mathcal{T}	:	range toleransi pelanggaran
SP	:	<i>attribute value</i> tingkat atribut

a	:	nilai titik pertama fuzzy trapesium dari <i>attribute value</i>
b	:	nilai titik kedua fuzzy trapesium dari <i>attribute value</i>
c	:	nilai titik ketiga fuzzy trapesium dari <i>attribute value</i>
d	:	nilai titik keempat fuzzy trapesium dari <i>attribute value</i>
x_1	:	nilai pertama fuzzy trapesium yang akan difuzzikasi
x_2	:	nilai kedua fuzzy trapesium yang akan difuzzikasi
x_3	:	nilai ketiga fuzzy trapesium yang akan difuzzikasi
x_4	:	nilai keempat fuzzy trapesium yang akan difuzzikasi
x_1	:	nilai pertama fuzzy trapesium <i>rating</i> atribut
x_2	:	nilai kedua fuzzy trapesium <i>rating</i> atribut
x_3	:	nilai ketiga fuzzy trapesium <i>rating</i> atribut
x_4	:	nilai keempat fuzzy trapesium <i>rating</i> atribut
h_1	:	nilai pertama keanggotaan fuzzy dari <i>attribute value</i>
h_2	:	nilai kedua keanggotaan fuzzy dari <i>attribute value</i>
h_3	:	nilai ketiga keanggotaan fuzzy dari <i>attribute value</i>
h_4	:	nilai keempat keanggotaan fuzzy dari <i>attribute value</i>
v_1	:	nilai pertama keanggotaan fuzzy dari bobot penting atribut
v_2	:	nilai kedua keanggotaan fuzzy dari bobot penting atribut
v_3	:	nilai ketiga keanggotaan fuzzy dari bobot penting atribut
v_4	:	nilai keempat keanggotaan fuzzy dari bobot penting atribut
\mathcal{F}	:	bobot PBF <i>rating</i>
W	:	bobot penting atribut dari sebuah atribut
α	:	bentuk wf-net
PLs	:	place dari SOP
As	:	transition sumber dari place dari SOP
Pc	:	nama <i>place</i>
As	:	transition sumber
Bt	:	transition tujuan
SBs	:	transition tujuan yang hanya berisi satu <i>place</i> berikutnya
DBs	:	transition tujuan yang berisi 2 <i>place</i> berikutnya atau lebih
Te	:	<i>throughput time</i> dari <i>event</i>
$Tst\ i$:	waktu standard <i>event</i> ke i di SOP

$Tolmin_i$:	waktu toleransi minimum dari <i>event</i> ke i
$Tolmax_i$:	waktu toleransi maksimal dari <i>event</i> ke i
$Tmin_j$:	jumlah pelanggaran <i>throughput time min</i> pada <i>case</i> ke j
$Tmax_j$:	jumlah pelanggaran <i>throughput time max</i> pada <i>case</i> ke j
o_i	:	originator dari <i>event</i> ke i
LV_i	:	level originator yang menjalankan <i>event</i> ke i
LT_i	:	level originator yang berhak menjalankan <i>event</i> ke i
$Wrongresource_i$:	akumulasi pelanggaran <i>wrong resource</i> pada <i>case</i> ke i
$wrongdecision_i$:	akumulasi pelanggaran <i>wrong decision</i> pada <i>case</i> ke i
$Wdutyseq_i$:	akumulasi pelanggaran <i>wrong duty sequence</i> pada <i>case</i> yang ke i
$Wdutydec_i$:	akumulasi pelanggaran <i>wrong duty decision</i> pada <i>case</i> yang ke i
$Wdutycom_i$:	akumulasi pelanggaran <i>wrong duty combine</i> pada <i>case</i> yang ke i
$Eventpar_i$:	akumulasi pelanggaran <i>event parallel</i> pada <i>case</i> ke i

Daftar Singkatan

ARL	:	<i>Assosiation Rule Learning</i>
MDL	:	<i>Modified Digital Logic</i>
PBF	:	<i>Process-based Fraud</i>
MADM	:	<i>Multi Attribute Decision Making</i>
ROC	:	<i>Receiver Operating Characteristic</i>
TP	:	<i>True Positive</i>
FP	:	<i>False Positive</i>
TN	:	<i>True Negative</i>
FN	:	<i>False Negative</i>
SOP	:	<i>Standard Operating Procedure</i>
VI	:	<i>Very Important</i>
I	:	<i>Important</i>
F	:	<i>Fair</i>
W	:	<i>Weak</i>
VW	:	<i>Very Weak</i>
FDR	:	<i>False Discovery Rate</i>
B	:	<i>Bad</i>
VB	:	<i>Very Bad</i>
Good	:	<i>Good</i>
VG	:	<i>Very Good</i>

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Penelitian-Penelitian DeteksiFraud dengan <i>Process Mining</i>	5
Tabel 3.1 Contoh Data Kualitatif.....	21
Tabel 3.2 Deskripsi Atribut-AtributFraud.....	25
Tabel 3.3 Hasil Uji Validasi <i>Skip Sequence</i>	31
Tabel 3.4 Hasil Uji Validasi <i>Skip Decision</i>	31
Tabel 3.5 Hasil Uji Validasi Throughput Time Min	33
Tabel 3.6 Hasil Uji Validasi Throughput Time Max.....	33
Tabel 3.7 Hasil Uji Validasi Wrong Resource.....	35
Tabel 3.8 Hak otoritas aplikasi kredit.....	35
Tabel 3.9 Contoh Level Originator.....	37
Tabel 3.10 Hasil Uji Validasi <i>Wrong Decision</i>	37
Tabel 3.11Tabel overrate aplikasi kredit.....	38
Tabel 3.12 Hasil Uji Validasi <i>Wrong Duty Sequence</i>	40
Tabel 3.13 Hasil Uji Validasi <i>Wrong Duty Decision</i>	40
Tabel 3.14 Hasil Uji Validasi <i>Wrong Duty Combine</i>	40
Tabel 3.15 Hasil Uji Validasi <i>Wrong Pattern</i>	41
Tabel 3.16 Hasil Uji Validasi <i>Event Parallel</i>	43
Tabel 3.17 Linguistik dan Nilai Fuzzy Pelanggaran.....	45
Tabel 3.18 Bobot Penting Atribut.....	46
Tabel 3.19 Bilangan Fuzzy Bobot Penting Atribut.....	47
Tabel 3.20 PBF <i>rating</i>	49
Tabel 4.1 Contoh Pelanggaran Skip.....	52
Tabel 4.2 Contoh Originator yang Melanggar Skip.....	55
Tabel 4.3 Waktu Toleran Event	56
Tabel 4.4 Contoh Pelanggaran <i>Throughput Time</i>	56
Tabel 4.5 Originator yang Melanggar SOP pada <i>Case 2480 dan 2485</i>	56
Tabel 4.6 Contoh Pelanggaran <i>Wrong Resource</i>	57
Tabel 4.7 Contoh Originator yang Melakukan <i>Wrong Resource</i>	58
Tabel 4.8 Contoh Originator dan Level.....	59

Tabel 4.9 Contoh <i>Wrong Decision</i>	59
Tabel 4.10 Originator yang Melakukan <i>Wrong Decision</i>	60
Tabel 4.11 Contoh <i>Wrong Duty Sequence</i>	60
Tabel 4.12 Contoh Originator yang Melakukan <i>Wrong Duty Sequence</i>	61
Tabel 4.13 Contoh pelanggaran <i>Wrong Duty Decision</i>	63
Tabel 4.14 Contoh Penjelasan <i>Wrong Duty Decison</i>	63
Tabel 4.15 Contoh pelanggaran <i>Wrong Duty Combine</i>	63
Tabel 4.16 Contoh Penjelasan <i>Wrong Duty Combine</i>	64
Tabel 4.17Contoh Pelanggaran <i>Wrong Pattern</i>	64
Tabel 4.18 Contoh Originator yang Melakukan <i>Wrong Pattern</i>	65
Tabel 4.19 Contoh Pelanggaran <i>EventParallel</i>	65
Tabel 4.20 Penjelasan <i>Event Parallel</i>	66
Tabel 4.21 Contoh Pelanggaran dari Hasil <i>Testing</i>	71
Tabel 4.22 Hasil Evaluasi Metode dengan ARL dan <i>Process Mining</i>	72
Tabel 4.23 Pembobotan PBF oleh Pakar dan Metode ini.....	74
Tabel 4.24 Pembobotan Sistem dan Pakar dalam Fraud atau Tidak.....	77
Tabel 4.25 Contoh Pembobotan PBF oleh Pakar dan Metode diusulkan.....	79
Tabel 4.26 Hasil evaluasi metode yang Diusulkan.....	80
Table 4.27 Hasil Perbandingan Metode ARL dengan Metode Diusulkan...	80
Tabel 5.1 Contoh kepatuhan originator.....	85
Tabel 5.2 Interval Bobot Kepatuhan	86
Tabel 5.3 Bilangan Fuzzy Bobot Kepatuhan	86
Tabel 5.4 Linguistik Implikasi dari Kepatuhan dan Pelanggaran.....	87
Tabel 5.5 Pembobotan PBF oleh Pakar dan Sistem.....	92
Tabel 5.6 Contoh Perubahan Bobot PBF dengan Integrasi Kepatuhan.....	94
Tabel 5.7 Hasil Evaluasi Metode.....	94
Tabel 5.8 Perbandingan Hasil Akurasi.....	95

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Rangkaian <i>Event</i>	10
Gambar 2.2 SOP Aplikasi Kredit dalam Format YAWL.....	14
Gambar 2.3 Contoh <i>Transition</i> Dalam SOP.....	15
Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....	23
Gambar 3.2 Keanggotaan Fuzzy dari <i>Attribute Value</i>	44
Gambar 3.3 Keanggotaan Atribut <i>Throughput Time Min</i>	45
Gambar 4.1 Arsitektur Deteksi PBF.....	50
Gambar 4.2 Ilustrasi Deteksi PBF.....	51
Gambar 4.3 Contoh <i>Case 102, skip sequence</i>	53
Gambar 4.4 Contoh Data <i>Case 203</i>	54
Gambar 4.5 Contoh Data <i>Case 2380</i>	57
Gambar 4.6 Contoh Data <i>Case 2485</i>	58
Gambar 4.7 Contoh Data yang <i>Wrong Decision</i>	61
Gambar 4.8 Contoh <i>Wrong Duty Sequence</i>	62
Gambar 4.9 Contoh Data <i>Event Parallel</i>	66
Gambar 4.10 Proses Evaluasi.....	70
Gambar 4.11 Model Identifikasi Suspicious PBF.....	81
Gambar 5.1. Tahapan Deteksi PBF dengan Bobot Kepatuhan	89
Gambar 5.2 Tahapan Evaluasi Metode dengan Bobot Kepatuhan.....	90

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan disertasi saya dengan judul “Deteksi *Process-based Fraud* dalam Aplikasi Kredit” adalah benar benar hasil intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka dalam disertasi ini.

Surabaya, 5 September 2016

Solichul Huda

Daftar Isi

Abstrak.....	ii
Kata pengantar	vi
Numenklatur.....	vii
Daftar singkatan.....	x
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Pernyataan Keaslian Disertasi.....	xiv
Daftar isi	xv
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kontribusi Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 <i>Process Mining</i>	9
2.3 <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i>	12
2.4 <i>Process Mining</i> dan Deteksi Fraud.....	13
2.5 Sistem Fuzzy.....	15
2.6 <i>Modified Digital Logic</i>	18
2.7 <i>Decision Vector</i>	19
2.8 Waktu Standard Menjalankan Event.....	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Data Penelitian.....	20
3.2 Populasi Penelitian.....	21
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	21
3.4 Uji Validitas dan Reliabilitas Data.....	22
3.5 Rancangan Penelitian.....	23
BAB 4 ANALISIS PELANGGARAN SOP DALAM PROSES BISNIS.....	50
4.1 Arsitektur Sistem Deteksi PBF.....	50
4.2 Analisis Pelanggaran SOP.....	52

4.3 Fuzzifikasi <i>Attribute Value</i> dan Bobot Penting Atribut	67
4.4 Menghitung <i>Attribute Rating</i>	68
4.5 Defuzzifikasi <i>Attribute Rating</i>	68
4.6 Menghitung Bobot PBF.....	68
4.7 Penentuan <i>Suspicious</i> PBF.....	68
4.8 Evaluasi Metode.....	69
4.9 Hasil Evaluasi dan Diskusi.....	70
BAB 5 MODEL KEPATUHAN ORIGINATOR DAN PROCESS-BASED	
FRAUD	82
5.1 <i>Process Mining</i> : <i>Discovery</i> Model Kepatuhan Originator.....	82
5.2 Penyusunan Bobot Kepatuhan.....	85
5.3 Fuzzifikasi Kepatuhan Originator.....	86
5.4 Pembobotan Pelanggaran.....	87
5.5 <i>Rule-Rule</i> Kepatuhan dan Pelanggaran.....	87
5.6 Perhitungan Bobot Kepatuhan.....	88
5.7 Menentukan <i>Attribute Value</i> dengan Bobot Kepatuhan.....	88
5.8 Menentukan <i>Attribute Rating</i>	89
5.9 Analisis Pelanggaran SOP dengan Bobot Kepatuhan.....	89
5.10 Hasil dan Pembahasan Model Kepatuhan.....	90
BAB 6 KESIMPULAN DAN PENELITIAN BERIKUTNYA	96
6.1 Kesimpulan.....	96
6.2 Penelitian Selanjutnya.....	97
Daftar Pustaka.....	99
Daftar Indeks.....	104
LAMPIRAN-LAMPIRAN	105
Lampiran 1 Data yang Sesuai dengan SOP	105
Lampiran 2 Data yang Melanggar SOP	112
Lampiran 3 Hasil Uji Korelasi	119

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fraud adalah mencakup semua bentuk kejahatan dengan maksud mengambil keuntungan dengan berbagai modus penipuan. Dalam dunia perbankan fraud didefinisikan sebagai tindakan penyimpangan atau pembiaran yang sengaja dilakukan untuk mengelabui, menipu, atau memanipulasi bank, nasabah, atau pihak lain, yang terjadi di lingkungan bank dan/atau menggunakan sarana bank sehingga mengakibatkan bank, nasabah, atau pihak lain menderita kerugian dan/atau pelaku fraud memperoleh keuntungan keuangan baik secara langsung maupun tidak langsung (Bank Indonesia, 2011).

Fraud menjadi penting karena menyebabkan kerugian organisasi yang sangat besar (Ngai *et al.*, 2010). Dalam (Amara *et al.*, 2013) dilaporkan oleh sebuah hasil sebuah survey, bahwa rata-rata organisasi mengalami kerugian 5 % dari pendapatan tahunan mereka. Pada tahun 2011, fraud telah mengakibatkan kerugian lebih dari 3.5 trilyun dollar AS (Ngai *et al.*, 2010). Kerugian ini berpengaruh signifikan terhadap perusahaan kecil maupun perusahaan besar.

Fraud yang terjadi dapat berupa penyimpangan pada data keuangan atau terjadi pada data transaksi. Fraud pada data transaksi berupa modifikasi data transaksi atau penyimpangan proses terhadap model proses. Fraud yang disebabkan oleh adanya proses yang melanggar model proses dikenal dengan istilah *Process-based Fraud* (PBF). Jumlah kerugian PBF nilainya relatif besar dibanding kejadian fraud yang ada. Sebagian besar fraud terjadi di dunia perbankan. Dengan pertimbangan tersebut, penelitian tentang PBF mengambil objek penelitian di perusahaan perbankan.

Dalam perbankan, fraud yang ada sebagian besar terjadi pada aplikasi kredit. Penelitian ini dilakukan pada aplikasi kredit sebuah di Bank Pemerintah Daerah, karena bank tersebut memiliki rekam jejak tentang *Process-based Fraud* yang terjadi dalam beberapa tahun ini dengan kerugian yang relatif besar.

Fraud dalam aplikasi kredit dapat terjadi dalam bentuk pemalsuan dokumen, dan dapat terjadi juga pada proses bisnis. Untuk menganalisis dokumen menggunakan teknik *data mining*, sedangkan untuk menganalisis proses bisnis menggunakan *process mining* (Jans *et al.*, 2013). Penelitian deteksi fraud dengan teknik *data mining* sudah banyak dilakukan diantaranya menggunakan Algoritma *Neural Network* (Maes *et al.*, 1993), menggunakan Algoritma *Self Organizing Maps* (Zaslavsky *et al.*, 2006), menggunakan Teori *Dempster-Shafer*, pembelajaran Bayesian dan model klasifikasi (Panigrahi *et al.*, 2009; Shen *et al.*, 2007; Chae *et al.*, 2007), dan menggunakan *Web Service* Kolaborasi (Chiu *et al.*, 2004). Sedangkan deteksi Fraud dengan *process mining* dilakukan dengan *Control Flow Analysis*, *Role Analysis*, menggunakan *Performance Analysis* (Jans *et al.*, 2013; Aalst, 2010; Stoop, 2012), menggunakan Algoritma *Association Rule Learning* (Dewandono, 2013), serta menggunakan gabungan Algoritma ARL dengan *process mining* (Sarno *et al.*, 2015).

Beberapa metode deteksi PBF sebelumnya (Stoop, 2012; Sarno *et al.*, 2015) masih sering terjadi kesalahan dalam mendeteksi penyimpangan terhadap SOP. Metode-metode tersebut menganggap bahwa setiap pelanggaran SOP merupakan sebagai *suspicious* PBF, padahal pakar berpendapat bahwa tidak semua pelanggaran sebagai *suspicious* PBF. Dengan demikian, ada pertimbangan lain dalam penentuan *suspicious* PBF.

Dalam penelitian (Jans, Alles, Vasarhelyi, 2013; Stoop, 2012; Sarno *et al.*, 2015), penentuan *suspicious* PBF dilakukan dengan pendekatan non fuzzy yaitu fraud atau tidak. Padahal ada pelanggaran SOP dalam kondisi diantara keduanya, sebagaimana pendapat pakar. Selain itu, pakar juga memiliki pendapat yang berbeda dalam memberi bobot pelanggaran diantara fraud dan tidak fraud / [0-1]. Mereka memiliki keraguan dalam menilai pelanggaran SOP tersebut.

Pendekatan fuzzy mempunyai kemampuan mengidentifikasi nilai antara [0 – 1] (Zadeh, 1965). Penelitian ini akan mengembangkan metode deteksi *suspicious* PBF dengan mengusulkan pendekatan fuzzy dalam menilai bobot PBF. Pendekatan fuzzy ini digunakan untuk menentukan bobot PBF dengan mendekati pola pikir pakar. Kami yakin dengan pendekatan fuzzy, metode ini dapat mengidentifikasi *suspicious* PBF lebih akurat.

Selain itu, pakar dalam menentukan *suspicious* PBF juga dipengaruhi oleh bobot kepatuhan originator terhadap SOP. Kepatuhan originator yang dimaksud adalah kepatuhan menjalankan SOP selama menjalankan proses bisnis. Penilaian auditor/pimpinan terhadap kepatuhan seorang originator biasanya ditentukan secara subyektif. Penelitian ini akan melakukan *discovery* untuk memperoleh model kepatuhan originator berdasar riwayat yang tersimpan di dalam *event logs* tersebut.

Ada tiga tipe penelitian dalam *process mining* yaitu *discovery*, *conformance*, dan *enhancement*. Penelitian ini meliputi *conformance* dan *discovery*, dimana *conformance* dilakukan dengan mengembangkan metode analisis pelanggaran SOP, sedangkan *discovery* dilakukan dengan menggali kembali informasi dari *event logs* untuk memperoleh model kepatuhan originator. Model kepatuhan tidak dapat diperoleh menggunakan metode-metode yang sudah pernah diusulkan oleh penelitian sebelumnya (Jans *et al.*, 2011; Jan s *et al.*, 2013; Stoop, 2012, Sarno *et al*, 2015; Sinaga *et al.*, 2015). Kami yakin, model kepatuhan dan mengintegrasikan model tersebut dalam metode deteksi PBF dapat menambah akurasi metode deteksi *suspicious* PBF.

1.2 Permasalahan

Penelitian sebelumnya (Sarno *et al.*, 2015; Sinaga *et al.*, 2015) mengusulkan sepuluh indikator/atribut fraud, dan setiap pelanggaran SOP diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF. Belum adanya model PBF dan cara identifikasi fraud tersebut membuat metode deteksi sering terjadi salah tangkap. Selain itu, kesalahan deteksi disebabkan juga oleh pembobotan fraud yang dilakukan secara subyektif oleh para ahli. Dengan demikian permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana memodelkan PBF
2. Bagaimana mengidentifikasi atribut atau indikator PBF
3. Bagaimana mendeteksi PBF yang mengakomodasi perbedaan pendapat ahli dalam pemberian bobot kreteria PBF

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan :

1. Merancang model PBF
2. Mengidentifikasi atribut atau indikator PBF
3. Merancang metode deteksi PBF yang dapat menentukan bobot PBF

Manfaat :

Hasil penelitian ini dapat untuk memperbaiki SOP aplikasi kredit Bank

1.4 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini akan menentukan bobot fraud berdasarkan pelanggaran SOP. Pembobotan tersebut dilakukan dengan memperbaiki metode sebelumnya untuk memperoleh akurasi yang meningkat. Dengan demikian, penelitian ini akan berkontribusi pada :

1. Mengembangkan metode identifikasi atribut PBF
2. Memperbaiki algoritma deteksi PBF
3. Model bobot kepatuhan originator (pelaksana) proses dan mengintegrasikannya pada pendeteksian PBF

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Fraud menjadi tema penting penelitian pada beberapa tahun terakhir ini (Jans *et al.*, 2011). Indikasi tersebut ditunjukkan dengan munculnya beberapa penelitian mengenai fraud. Penelitian tentang fraud sebagian diteliti menggunakan teknik *data mining* dan sebagian lagi dengan *process mining*.

Ada beberapa penelitian tentang deteksi fraud dengan *process mining* sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian-Penelitian Deteksi Fraud dengan *Process Mining*

Judul	Metode	Hasil	Gab penelitian
<i>A business process mining application for internal transaction fraud mitigation</i> (Jans <i>et al.</i> , 2011)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Log preparation</i> 2. <i>Role analysis</i> 3. <i>Log inspection</i> 4. <i>Control flow analysis</i> 5. <i>Performance analysis</i> 6. <i>Role analysis</i> 7. <i>Verifying properties</i> 	<p><i>Process mining</i> dapat dipergunakan untuk mitigasi fraud. Metode ini dapat menentukan sebuah case adalah <i>suspicious</i> Fraud atau tidak Fraud. Penentuan Fraud secara definitif dilakukan oleh pakar</p>	<p>Penelitian ini menganalisis <i>suspicious</i> fraud secara manual. Selain itu, dalam penelitian tersebut belum ada teknik untuk implementasi mendeteksi fraud.</p>
<i>Process Mining and Fraud</i>	Mendesain teknis implementasi	Dikenalkan konsep 1+5+1 yaitu (1) Log preparation	Penelitian ini mengusulkan teknik implementasi untuk

<p><i>Detection</i> (Stoop, 2011)</p>	<p>metode deteksi Fraud dengan <i>process mining</i></p>	<p>(1) <i>Log analysis</i> Teknik analisa data : <i>filtering, gap analysis, duplicate analysis, summarization</i> dan <i>aging</i> (2) <i>Process analysis</i> Teknik analisa data : <i>filtering gap analysis, duplicate analysis, summarization, statistical analysis, joins, trend analysis</i> dan <i>aging</i> (3) <i>Conformance Analysis</i> Teknik analisis data <i>filtering, gap analysis, duplicate analysis, summarization and parallel simulation</i> (4) <i>Performance Analysis</i> Teknik analisa data <i>filtering filtering, summarization, stratification,</i></p>	<p>deteksi fraud dengan <i>tool-tool</i> yang terpisah. Namun penelitian ini belum menggunakan algoritma dalam mendeteksi fraud.</p>
---	--	---	--

		<p><i>sorting, statistical analysis, trend analysis dan aging</i></p> <p>(5) <i>Social Analysis</i></p> <p>Teknik analisa data : <i>filtering, summarization, sorting, joins dan aging</i></p> <p>(6) <i>Iterate and refocus</i></p> <p>Menganalisa lebih dalam kebenaran sebuah Fraud</p>	
<p><i>Process Sequence Mining For Fraud Detection Using CEP</i></p> <p>(Dewandono, 2013)</p>	<p><i>Assocition Role Learning</i></p>	<p>Mendeteksi Fraud secara komputasi. Akurasi deteksi yang dihasilkan 0,835</p>	<p>Penelitian ini sudah mengusulkan algoritma untuk mendeteksi fraud. Namun penelitian tersebut tidak dapat mendeteksi pelanggaran dalam pelanggaran ringan</p>
<p><i>Hybrid Association Rule Learning and process mining for Fraud detection</i></p>	<p><i>ARL dan process mining</i></p>	<p>Mendeteksi Fraud secara komputasi dengan mempertimbangkan bobot atribut.</p>	<p>Penelitian ini memperbaiki metode deteksi fraud sebelumnya. Namun penelitian tidak dapat mendeteksi pelanggaran ringan,</p>

(Sarno <i>et al.</i> , 2015)			dan penentuan rule dilakukan secara subyektif oleh pakar.
------------------------------	--	--	---

Dalam (Jans *et al.*, 2011), peneliti menggunakan metode analisis proses bisnis untuk mengidentifikasi proses melanggar SOP. Aplikasi yang digunakan adalah ProM. Hasil analisis metode tersebut dianalisis kembali secara manual untuk mendapatkan proses bisnis yang melanggar model proses. Proses bisnis yang melanggar model proses diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF. Penelitian tersebut membuktikan bahwa metode analisis proses bisnis dapat digunakan untuk mendeteksi *suspicious* PBF. Namun, penelitian tersebut belum memiliki teknik untuk implementasi. Selain itu, penelitian ini juga belum dilengkapi dengan algoritma khusus untuk menentukan *suspicious* fraud.

Konsep 1+5+1 untuk implementasi metode deteksi PBF sudah diusulkan dalam (Stoop, 2012). Konsep 1+5+1 tersebut terdiri dari *log preparation, log analysis, process analysis, conformance analysis, performance analysis, social analysis, iterate* dan *refocus*. Sedangkan teknik-teknik implementasi yang diusulkan masing-masing langkah adalah *filtering, gap analysis, duplicate analysis, summarization, aging, statistical analysis, joins, trend analysis, parallel simulation, stratification* dan *sorting*. Hasil analisis berupa *suspicious* PBF. Penelitian ini mengusulkan teknik untuk implementasi mendeteksi *suspicious* fraud dengan *process mining*. Namun, algoritma untuk menentukan fraud belum diusulkan oleh penelitian tersebut.

Mendeteksi PBF dengan *Association Rule Learning* pernah diusulkan dalam (Dewandono, 2013). Penelitian tersebut mengidentifikasi empat issue PBF yaitu *skip event, wrong decision, wrong resource* dan *throughput time*. Akurasi, *False Discovery Rate* (FDR) dan nilai *threshold* metode tersebut masing-masing 0.835, 0.292 dan 0.3. Hasil penelitian ini berupa *suspicious* PBF. Kelebihan metode ini menawarkan metode deteksi PBF yang dilakukan secara komputasi. Namun metode deteksi tersebut hanya dapat menentukan kondisi non-fuzzy yaitu fraud dan bukan fraud, sehingga kondisi diantaranya tidak terdeteksi.

Algoritma ARL dikombinasikan dengan *process mining* juga diusulkan untuk mendeteksi PBF (Sarno *et al.*, 2015). Dalam penelitian tersebut *process mining* digunakan untuk mengidentifikasi proses yang menyimpang dari SOP. Penelitian tersebut menjadikan penyimpangan SOP sebagai pola perilaku dari pelaku fraud. Aktifitas originator dalam menjalankan proses yang memiliki kemiripan dengan *rule* fraud tersebut akan diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF. Penelitian tersebut sudah mempertimbangkan bobot atribut PBF dalam menentukan fraud. Namun dalam penentuan bobot atribut PBF dilakukan oleh pakar secara subjektif.

2.2 Process Mining

Dalam analisis proses bisnis secara tradisional, hal yang paling diperhatikan dan dipertimbangkan adalah opini dari ahli. Data mengenai proses bisnis yang telah berjalan dianggap tidak lebih penting dari pada pendapat ahli. Kini sebuah pendekatan analisis baru telah berkembang dan menempatkan proses (*event logs*) sebagai sumber utama analisis (Sarno *et al.*, 2013). Pendekatan tersebut adalah *process mining*.

Process mining merupakan sebuah disiplin ilmu yang fokus pada pengambilan informasi dari *event logs* yang ada pada suatu sistem informasi. Informasi yang diperoleh dari *process mining* berupa model proses (Jans *et al.*, 2013). Model proses tersebut dapat dianalisis dan diperbaiki agar menjadi proses bisnis yang lebih baik. Untuk mendapatkan model proses yang benar, diperlukan algoritma yang dapat menggali informasi dari *event logs*.

Process mining bertujuan untuk menemukan, mengamati dan memperbaiki model proses yang ada. Teknik ini dapat dilakukan dari tiga sudut pandang yang berbeda. Pertama, dari sudut pandang proses yang fokus pada *control-flow* proses dan aktivitas-aktivitas yang ada. Kedua, dari sudut pandang organisasi yang fokus pada originator yang mengeksekusi aktivitas. Dan ketiga, berdasarkan pada sudut pandang *case* yang fokus pada atribut *case*.

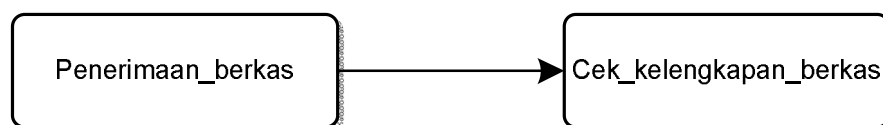
Terdapat tiga jenis *process mining* yaitu *discovery* (penemuan), *conformance* (penyesuaian), dan *enhancement* (penyempurnaan) (Aalst *et al.*,

2005a; Aalst, 2010). Dalam *process mining* terdapat algoritma-algoritma yang dapat digunakan untuk menggambarkan model proses, diantaranya algoritma Alpha, Alpha+, Heuristik, dan Fuzzy logic (Sarno *et al*, 2016a). Model proses yang terbentuk dapat dijadikan dasar analisis proses bisnis yang miliki.

2.2.1 Event Logs

Data yang menjadi sumber utama *process mining* adalah *event logs* (Sarno *et al*, 2016b). *Event logs* adalah kumpulan rekaman aktivitas dari sebuah sistem informasi. Sebuah *event logs* adalah satu set dari *case-case* $L \subseteq \mathcal{C}$, dimana c_1 dan $c_2 \in L$. Dari *event logs* tersebut akan diperoleh informasi tentang *case ID*, nama *activity*, *resource*, *start time stamp* dan *complete time stamp* (Aalst *et al.*, 2005b). Informasi tersebut merupakan informasi minimum yang harus tersedia didalam *event logs*. *Case* adalah satu rangkaian *event-event* dalam sebuah proses bisnis. Dalam aplikasi kredit ini, sebuah *case* dimulai dari proses pengajuan aplikasi kredit dan diakhiri dengan proses penerimaan atau penolakan kredit. *Event* merupakan aktifitas proses yang dijalankan, contohnya adalah *event* pengajuan kredit. *Resource* atau originator yaitu nama pelaksanayang menjalankan *event*. Sedangkan *timestamp start* dan *complete* menunjukkan waktu mulai dan berakhirnya sebuah *event* dijalankan. Sebuah *event logs* akan diawali dengan tag `<log>` dan diakhiri dengan `</log>`.

Kode *case* menunjukkan identitas sebuah *case*, sehingga harus unik. Begitu juga nama *event*, dimana nama *event* juga harus unik. Sebuah *case* menunjukkan satu rangkaian *event* dalam menjalan proses bisnis. Misalnya dalam aplikasi kredit, sebuah *case* diawal oleh *event* penerimaan_berkas dan diakhiri dengan penolakan atau pencairan kredit. Dasar pembuatan urutan *event* pada suatu *case* adalah urutan jalannya *event*, sehingga dua *event* dalam *event logs* tersebut kalau dirangkai akan terlihat seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rangkaian *Event*

Penelitian ini akan melakukan penelitian *process mining* dalam dua tipe, yaitu *conformance* dan *discovery*. *Conformance* merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pola dari sebuah *case* dalam *event logs*. Sedangkan *discovery* dilakukan dengan menggali pola informasi atau data yang ada di dalam *event logs* untuk memperoleh pengetahuan baru. Dalam penelitian ini, metode *conformance* akan dikembangkan untuk menganalisis penyimpangan proses bisnis terhadap *Standart Operating Procedure* (SOP), sedangkan *discovery* akan digunakan untuk menggali model kepatuhan originator.

2.2.2 Trace

Trace adalah set urutan eksekusi dari *event-event* $\sigma \in \mathcal{E}$ dimana setiap *event* hanya satu dalam *trace* untuk $1 \leq i \leq j \leq |\sigma| : \sigma(i) \neq \sigma(j)$. Dalam *event logs* pengaturan tentang penulisan *trace* dan *event* sudah dilakukan. Dalam format *xes*, setiap *trace* diawali dengan tag `<trace>` dan diakhiri dengan tag `</trace>`.

2.2.3 Event

Informasi proses dalam *event logs* tersimpan di dalam *event*. Misal \mathcal{E} adalah semua *event*, maka setiap *event* $e \in \mathcal{E}$. Setiap *event* minimal ada informasi tentang nama *event*, nama originator yang menjalankan, dan waktu berjalan *event* tersebut.

Setiap *event logs* diawali dengan tag `<?xml>`, yang menunjukkan tipe file *xml* yang dipakai. Kemudian awal dari *event logs* ditunjukkan dengan tag `<log>` dan diakhiri dengan `</log>`. Pada awal *event logs* didefinisikan *trace* dan *event*. Dalam *trace* biasanya didefinisikan kode *case*, yang berupa *concept* dan *value*. Kemudian dalam *event* minimal didefinisikan *concept*, *lifecycle*, *timestamp*, *activity* dan *resource*. Variabel *concept* digunakan untuk mendefinisikan nama *event*, *lifecycle* untuk menunjukkan *transition*, *timestamp* menunjukkan tanggal dan waktu eksekusi, *activity* untuk nama *event* dan originator menunjukkan nama pelaksana proses.

Sistem ini membaca semua variabel yang didefinisikan dalam *event logs*, *trace* dan *event*. Proses ini akan menghasilkan jumlah *trace* yang ada dalam *event*

logs. Setelah membaca semua *trace*, selanjutnya membaca *event-event* yang ada dalam setiap *trace*. Sebuah *event* diawali dengan tag `<event>`, dan diakhiri dengan `</event>`. Setiap *event* akan dibaca variabel *event* yang telah didefinisikan pada awal *event logs*. Dalam aplikasi kredit ini, variabel yang didefinisikan meliputi nama *event*, *lifecycle:transition* (awal atau akhir dari sebuah *event*), nama originator, tanggal dan jam menjalankan *event*.

2.3 Standard Operating Procedure (SOP)

SOP pemberian kredit bank terdiri dari beberapa data yaitu alur, nama *event*, dan waktu standard menjalankan *event*. Alur tersebut terdiri dari beberapa simbol seperti *xor split*, *xor joint* dan *or*. SOP tersebut dapat ditulis dalam beberapa format. Dalam penelitian ini SOP ditulis dalam format YAWL dengan tujuan SOP tersebut berbentuk alur dan *source code*. Gambar 2.2 menunjukkan SOP aplikasi kredit dalam format YAWL.

Dalam Gambar 2.2, SOP hanya terlihat alur dan nama dari masing-masing simbol. Namun kalau dilihat *source codenya*, SOP tersebut ternyata terdiri dari data yang ada dalam masing-masing alur tersebut. Oleh karena itu dalam *conformance* antara *event logs* dengan SOP, penelitian ini akan membandingkan antara dua data, yaitu data *event logs* dan data dalam SOP.

SOP aplikasi kredit ini ditulis dalam bentuk PNML. *Source code* sebuah file pnml diawali dengan tag `<pnml>` dan diakhiri dengan `</pnml>`. Dalam Gambar 2.3 menunjukkan bahwa SOP memiliki *transition place*. Simbol *transition* menunjukkan *event* atau operasi (*xor and* dan lain-lain), dan *place* yang menjelaskan *transition* sebelumnya dan setelahnya. Gambar 2.3 menunjukkan contoh *place* dari SOP aplikasi kredit dalam format YAWL.

Dalam contoh tersebut, file SOP ini diawali dengan tag `<pnml>`. Pada *place* p50 diberi kode “p50” sedang grafiknya tertulis pada titik y dan x. *Place* p50 tersebut diakhiri dengan tag `</place>`. Pada *transition* “t50” juga diberi kode “t50”. *Transition* ini diawali dengan tag `<transition>` dan diakhiri dengan tag `<transition>`. *Transition* tersebut terdiri dari beberapa data, mulai dari nama *transition* penerbitan_surat_pencairan, waktu standard menjalankan *event* dan

originator yang menjalankan *event* tersebut. Data dalam SOP tersebut akan digunakan untuk menggali informasi / pola *case* / *trace* hubungannya dengan pelanggaran SOP.

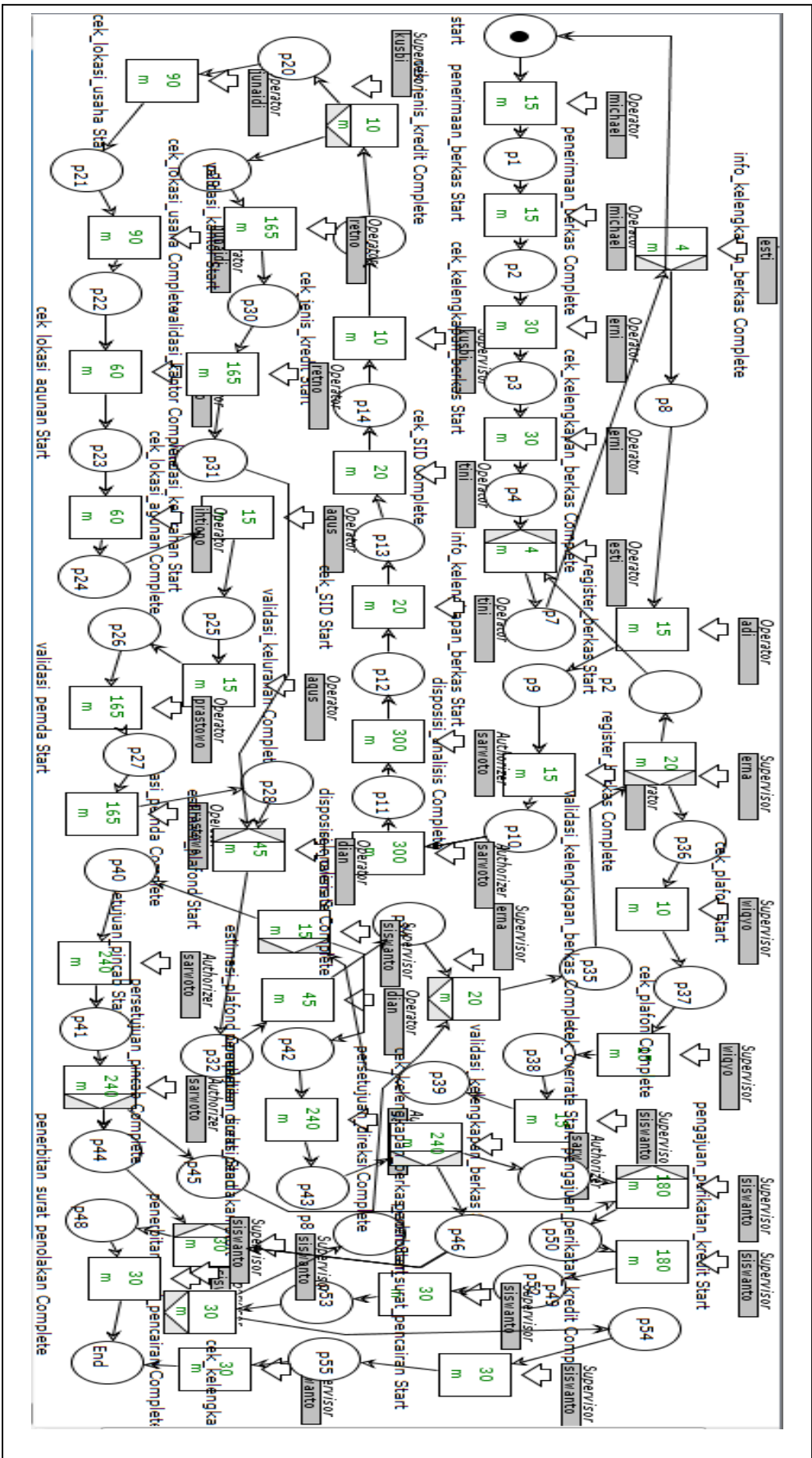
Metode deteksi PBF yang diusulkan dalam penelitian ini dilakukan dalam dua bentuk penelitian *process mining* yaitu *conformance* dan *discovery*. Metode *conformance* dikerjakan dengan membandingkan *case/trace* sebuah proses bisnis dengan SOP aplikasi kredit. Sedangkan *discovery* dilakukan dengan menggali pengetahuan baru dari *event logs* untuk memperoleh model kepatuhan originator.

2.4 *Process Mining* dan Deteksi Fraud

Process-based Fraud (PBF) yaitu fraud yang diidentifikasi dari proses yang melanggar SOP . Dalam *process mining* dapat dilakukan dengan *log inspection*, *control flow analysis*, *performance analysis* dan *role analysis*. Analisis tersebut digunakan untuk mengidentifikasi proses yang dicurigai sebagai PBF. Namun penggunaan metode tersebut masih memerlukan analisis kembali secara manual untuk mengidentifikasi *suspicious* fraud.

Sebuah proses bisnis semestinya berjalan sesuai dengan petunjuk operasional standard yang dikenal dengan *Standard Operating Procedure* (SOP). Pelaksanaan proses bisnis yang sesuai SOP akan menghasilkan *output* dengan kualitas yang diharapkan. Sebaliknya, pelaksanaan proses yang melanggar SOP, akan merugikan perusahaan. Contoh PBF dalam aplikasi kredit, berupa kredit fiktif yang akan merugikan perusahaan/bank tersebut.

Analisis process bisnis akan menghasilkan proses bisnis yang sesuai atau melanggar model proses. Pelanggaran SOP/model proses yang teridentifikasi akan dianalisis lebih lanjut untuk menemukan *suspicious* fraud. Deteksi *suspicious* PBF dalam sebuah *case* dilakukan dengan menganalisis kembali pelanggaran SOP/model proses yang terjadi. Kalau pelanggaran tersebut akan memunculkan fraud, *case* tersebut diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF.



Gambar 2.2 SOP Aplikasi Kredit dalam Format YAWL

```

<pnml>
<net type="http://www.informatik.hu-berlin.de/top/pntd/ptNetb" id="noID">
<place id="p50">
<name>
<text>p50</text>
<graphics>
<offset x="1340" y="210"/>
</graphics>
</name>
<graphics>
<position x="1335" y="193"/>
<dimension x="40" y="40"/>
</graphics>
</place>
<transition id="t50">
<name>
<text>penerbitan_surat_pencairan Complete</text>
<graphics>
<offset x="1340" y="650"/>
</graphics>
</name>
<graphics>
<position x="1481" y="609"/>
<dimension x="40" y="40"/>
</graphics>
<toolspecific tool="WoPeD" version="1.0">
<trigger id="" type="200">
<graphics>
<position x="1491" y="589"/>
<dimension x="24" y="22"/>
</graphics>
</trigger>
<transitionResource organizationalUnitName="Supervisor" roleName="suwandi">
<graphics>
<position x="1491" y="562"/>
<dimension x="60" y="22"/>
</graphics>
</transitionResource>
<time>30</time>
<timeUnit>1</timeUnit>
<orientation>1</orientation>
</toolspecific>
</transition>

```

Gambar 2.3 Contoh *Transition* Dalam SOP

2.5 Sistem Fuzzy

Sistem bilangan fuzzy tepat untuk mengidentifikasi data yang kurang tegas (Zadeh, 1965). Penggunaan sistem fuzzy untuk proses pengambilan keputusan sudah banyak dilakukan, diantaranya (Vats *et al.*, 2014; Shemshadi *et al.*, 2011; Barrieros *et al.*, 2010). Dalam pengambilan keputusan, pendapat pakar yang

berupa kualitatif dikonversi ke dalam sistem fuzzy (Vats *et al.*, 2014; Shemshadi *et al.*, 2011; Barrieros *et al.*, 2010). Keputusan untuk menentukan salah satu dari beberapa pilihan dilakukan menggunakan *Multi-Attribute Decision Making*. Dalam (Barrieros *et al.*, 2010) pendapat pakar dikonversi ke fuzzy, dan proses inferensi dilakukan menggunakan MADM. Proses defuzzifikasi dilakukan menggunakan rumus yang merupakan pengembangan dari rumus defuzzifikasi (Vats *et al.*, 2014).

Selain menggunakan MADM, proses inferensi juga dapat menggunakan *rule* dan implikasi (Rezaei *et al.*, 2015; Tsabadze *et al.*, 2015; Sinova *et al.*, 2015). Dalam penelitian tersebut, inferensi menggunakan metode mamdani karena dianggap rinci dalam menyelesaikan masalah (Tsabadze *et al.*, 2015; Sinova *et al.*, 2015). Penelitian ini akan menggunakan MADM (Shemshadi *et al.*, 2011; Barrieros *et al.*, 2010) dan *rule* (Rezaei *et al.*, 2015; Tsabadze *et al.*, 2015; Sinova *et al.*, 2015) untuk inferensi fuzzy dalam menentukan bobot PBF.

Sebuah sistem fuzzy secara umum meliputi empat tahapan utama, yaitu fuzzifikasi, *rule base*, fuzzy inferensi dan fuzzifikasi (Rezaei *et al.*, 2015; Tsabadze *et al.*, 2015; Sinova *et al.*, 2015). Terdapat beberapa model fuzzy, yaitu fuzzy sugeno, tsukamoto, dan mamdani (Sinova *et al.*, 2015). Namun sebagian penelitian fuzzy menggunakan fuzzy mamdani (Tsabadze *et al.*, 2015; Sinova *et al.*, 2015), termasuk penelitian ini.

2.5.1 Fuzzifikasi

Pada penelitian ini, *attribut value*, bobot penting atribut dan model kepatuhan dikonversi ke dalam sistem fuzzy. Ada tiga bentuk keanggotaan fuzzy yaitu keanggotaan linier, segitiga dan trapesium. Namun bentuk trapezium merupakan bentuk fuzzy yang banyak dipakai untuk banyak dipakai untuk keanggotaan fuzzy (Fernandez, *et al.*, 2015; Saenz *et al.*, 2015; Camastra *et al.*, 2015; Suthar *et al.*, 2015; Alavi *et al.*, 2013). Selain itu, trapezium tersebut dapat menggambarkan pendapat pakar (Fernandez *et al.*, 2015). Dalam penelitian ini bentuk fuzzy yang digunakan adalah trapezium karena fungsi keanggotaan bobot penting atribut dan bobot kepatuhan ditentukan oleh pakar. Adapun fungsi

keanggotaannya dapat dihitung dengan rumus (2.1) (Tsabadze *et al.*, 2015; Sinova *et al.*, 2015).

$$\mu_A(X) = \text{MAX} \left[\text{MIN} \left[\frac{Y-A}{B-A}, 1, \frac{D-Y}{D-C} \right], 0 \right] \quad (2.1)$$

dimana nilai A , B , C dan D adalah empat titik dalam keanggotaan fuzzy trapezium.

2.5.2 Rule Base

Proposisi fuzzy dapat digambarkan dengan fungsi implikasi yang disebut dengan fuzzy rule *if-then* (Tsabadze, 2015; Sinova *et al.*, 2015). Sebuah rule kondisi fuzzy secara umum terbuat dari sebuah *premise* dan *consequent*, sebagai contoh “if pelanggaran = *low* and kepatuhan = *good* (*premise*) then attribute value = *very low*”, dimana *low* dan *good* dapat digambarkan dengan fungsi keanggotaan.

Dalam model fuzzy, masing-masing rule ditunjukkan sebagai sebuah relasi, dimana dapat dihitung dengan rumus (2.2) (Tsabadze, 2015; Sinova *et al.*, 2015).

$$\mu_{RI}(X, Y) = I(\mu_{AI}(X), \mu_{BI}(Y)), \quad I = 1, 2, \dots, N \quad (2.2)$$

dimana $\mu_{RI}(X, Y)$ relasi dari bobot keanggotaan rule i merujuk pada input X dan Y ; $\mu_{AI}(X)$ dan $\mu_{BI}(Y)$ adalah bobot keanggotaan dari input X dan Y ; I menunjukkan operator “and” atau “or”, dan N adalah jumlah dari rule.

2.5.3 Sistem Inferensi

Proses *mapping* dari masukan menjadi keluaran dapat menggunakan mekanisme inferensi fuzzy. Dalam agregasi tersebut akan diterapkan dengan agregasi atau mekanisme logika dari rule. Agregasi tersebut menggunakan sistem *disjunctive* dan *conjunctive*. Dalam sistem *conjunctive*, rule dikoneksikan dengan koneksi “and”, sedangkan dalam *disjunction rule* dikoneksikan dengan “or” koneksi (Suthar *et al.*, 2015; Alavi, 2013).

Dari beberapa model, mamdani adalah salah satu algoritma yang paling banyak digunakan dalam sistem fuzzy (Tsabadze *et al.*, 2015; Sinova *et al.*, 2015). Model mamdani lebih disukai karena mudah diinterpretasikan dan dianalisis. Algoritma mamdani salah satu yang tepat digunakan untuk masalah yang kompleks

(Sinova *et al.*, 2015). Dengan pertimbangan tersebut, model mamdani digunakan untuk inferensi pada dalam penelitian ini.

Walaupun banyak komposisi metode dari relasi fuzzy (min-max, max-max, min-min, max-men) digunakan dalam literatur, komposisi max-min adalah yang terbanyak digunakan (Fernandez *et al.*, 2015; Saenz *et al.*, 2015). Dengan pertimbangan tersebut komposisi max-min dipilih dalam penelitian ini. Dalam metode ini sistem rule-base dapat dihitung dengan rumus (2.3) (Fernandez *et al.*, 2015; Saenz *et al.*, 2015).

$$\mu_{Ck}(z) = \max[\min[\mu_{Ak}(\text{input}(x)), \mu_{Bk}(\text{input}(y))]] \quad k=1, 2, \dots, r \quad (2.3)$$

dimana μ_{Ck} , μ_{Ak} dan μ_{Bk} adalah fungsi keanggotaan dari keluaran “z” untuk masing-masing rule “k”, input “x” dan input “y”.

2.5.4 Defuzzifikasi

Output dari sistem inferensi pada keanggotaan fuzzy adalah bilangan fuzzy. Jika bilangan krisp diperlukan untuk agregasi luaran, teknik defuzzifikasi digunakan untuk mengubah bentuk fuzzy ke krisp. Dalam metode ini, bilangan krisp dapat diperoleh dengan menggunakan rumus (2.4) (Vats *et al.*, 2014).

$$S = \frac{-x_1x_2 + x_3x_4 + \left(\frac{1}{3}\right)(x_4 - x_3)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)(x_2 - x_1)^2}{-x_1 - x_2 + x_3 + x_4} \quad (2.4)$$

dimana x_1 , x_2 , x_3 , x_4 adalah nilai pertama, kedua, ketiga dan keempat dari fuzzy trapezium.

2.6 Modified Digital Logic

Modified digital logic (MDL) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memberikan bobot sebuah atribut dengan membandingkan antara atribut satu dengan atribut lainnya. Dalam penelitian ini, metode MDL digunakan untuk memberikan tingkat penting sebuah atribut dibanding atribut lainnya. Beberapa pakar berdiskusi tentang bobot pentingnya sebuah atribut, hasilnya disajikan dalam metode MDL. Dalam (Vats *et al.*, 2014) metode MDL juga digunakan oleh pakar untuk memberikan bobot penting sebuah atribut dibanding atribut lainnya. Bobot penting atribut dihitung dengan rumus (2.5)

$$W = \frac{P_j}{\sum_{j=1}^n P_j} \quad (2.5)$$

dimana P_j adalah *positive decision* dan j nilai dari atribut-atribut.

2.7 Decision Vector

Decision vector adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengambil *value* dari dua buah atribut dalam bentuk vektor. Implementasinya metode ini digunakan untuk mengambil tiga nilai, yaitu *Lower bound*, *Middle weigh* dan *Upper bound*. *Lower bound* digunakan untuk mengambil nilai vektor yang pertama, *middle weigh* untuk nilai vektor yang tengah dan *upper bound* untuk mengambil nilai yang terakhir. Dalam (Barreiros *et al.*, 2010), metode ini digunakan untuk mengambil nilai rata-rata dari dua buah vektor.

Misalnya nilai fuzzy dari a adalah a_1, a_2, a_3, a_4 , dan nilai fuzzy dari b adalah

b_1, b_2, b_3, b_4 maka vektor c c_1, c_2, c_3, c_4

$$\begin{aligned} \text{lower bound } (c_1) &= \frac{a_1 + b_1}{2}, \text{ middle weigh}(c_2) = \frac{a_2 + b_2}{2}, \\ \text{middle weigh } (c_3) &= \frac{a_3 + b_3}{2} \text{ dan } \text{Upper weigh}(c_4) = \frac{a_4 + b_4}{2} \end{aligned} \quad (2.6)$$

2.8 Waktu Standard Menjalankan Event

Metode analisis *throughput time* digunakan untuk mengidentifikasi waktu menjalankan *event* yang melanggar SOP. Waktu menjalankan *event* yang lebih pendek atau lebih panjang dibanding waktu standard dianggap melanggar SOP. Dalam penelitian ini waktu standard terdiri dari waktu standard, waktu toleransi bawah atau waktu toleransi atas. Dalam (Sinaga *et al.*, 2015) waktu standard menjalankan event ditentukan sebagai berikut :

$$T_i = \bar{X}_i \pm (Tol_i + Ci_i) \quad (2.7)$$

dimana T_i waktu standard menjalankan event ke i , Tol waktu toleransi *event* ke i ,

Ci_i nilai confident interval *event* ke i , dan \bar{X} rata-rata menjalankan *event* ke i .

Namun dalam penelitian ini, nilai \bar{X}_i diganti dengan nilai standard *event* ke i yang ditetapkan di dalam SOP.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki metode deteksi *suspicious* PBF sebelumnya, sehingga diperoleh metode deteksi PBF yang lebih akurat. Pada metode sebelumnya, setiap pelanggaran diberi bobot yang sama tanpa memperhatikan jumlah pelanggaran yang terjadi. Padahal, ada kemungkinan pelanggaran terjadi lebih dari sekali dalam sebuah atribut/indikator. Penelitian ini akan mempertimbangkan jumlah pelanggaran dalam menentukan bobot fraud.

Penelitian ini menganalisis proses dalam sebuah proses bisnis. Pelanggaran SOP yang teridentifikasi akan dikelompokkan sesuai dengan atribut/indikator PBF. Pelanggaran pada setiap atribut/indikator akan dihitung bobot pelanggarannya.

Dalam menentukan bobot fraud, penelitian ini mempertimbangkan bobot pelanggaran, bobot penting atribut dan bobot kepatuhan pelaksana proses. Bobot pelanggaran dikenal dengan istilah *attribute value*, pentingnya atribut dikenal dengan istilah bobot penting atribut, sedangkan kepatuhan terhadap SOP dikenal dengan istilah bobot kepatuhan. Ketiganya menjadi dasar penentuan bobot fraud dari pelanggaran SOP yang terjadi.

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan perbankan di bagian kredit, dengan pertimbangan jumlah PBF dalam aplikasi kredit yang meningkat dari tahun ke tahun. Penentuan objek penelitian dipilih berdasarkan kepemilikan histori tentang terjadinya PBF. Dalam penelitian ini jenis data yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.1 Data Penelitian

1. Data Kualitatif

Penelitian ini akan mengidentifikasi atribut-atribut PBF. Atribut tersebut diperoleh dengan menganalisis jenis pelanggaran proses terhadap SOP. Data kualitatif ini berupa uraian temuan dari auditor

ketika terjadinya PBF di Bank “X” pada tahun 2011 yang merugikan bank tersebut sebesar 91 milyar rupiah. Data tersebut berupa pernyataan auditor dalam laporan hasil audit. Informasi tambahan tersebut dapat memperjelas dan menguatkan hasil audit. Contoh data kualitatif ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Contoh Data Kualitatif

1	Ada event yang dilakukan terbalik, mulai dari belakang
2	8 aplikasi kredit dicairkan dalam waktu 4 jam
3	Ada beberapa event yang dijalankan dalam waktu bersamaan

2. Data Kuantitatif

Untuk pengembangan atribut PBF, penelitian ini memerlukan data kuantitatif yang berupa *event logs* aplikasi kredit. *Event logs* diambil dari aplikasi kredit di objek penelitian selama 3 tahun yaitu tahun 2011 - 2013. Data tersebut diambilkan dari data cadangan (*backup*) yang berupa *event logs*.

3.2 Populasi Penelitian

Data penelitian ini diambil dari salah satu bank pemerintah di Indonesia yang pernah dirugikan oleh PBF. Untuk memperoleh deskripsi PBF yang pernah terjadi di bank tersebut, data akan diambil dari laporan hasil audit dan pernyataan dari auditor yang terlibat dalam proses audit ketika terjadi PBF. Auditor yang akan menjadi nara sumber berjumlah dua orang yaitu ketua auditor dan seorang anggota auditor. *Event logs* aplikasi kredit diambil dari *event logs* aplikasi kredit mulai tahun 2011 – 2013, dengan jumlah 3004 *case* yang terdiri dari data *training* dan data *testing*, masing-masing 1857 *case* dan 1147 *case*. Data *training* terdiri dari data fraud dan non-fraud, masing-masing 1020 dan 837 *case*. Sedangkan data *testing* terdiri dari fraud dan non-fraud masing-masing 102 *case* dan 1045 *case*.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data penelitian ini terdiri dari 2 jenis data, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Untuk memperoleh data tersebut digunakan beberapa metode yaitu :

1. Pengamatan

Untuk melengkapi data deskripsi PBF yang diperoleh, penelitian ini akan melakukan observasi pada proses bisnis pemberian kredit. Selain itu, observasi juga digunakan untuk melengkapi data yang digunakan untuk menjelaskan SOP aplikasi kredit.

2. Analisis Dokumen

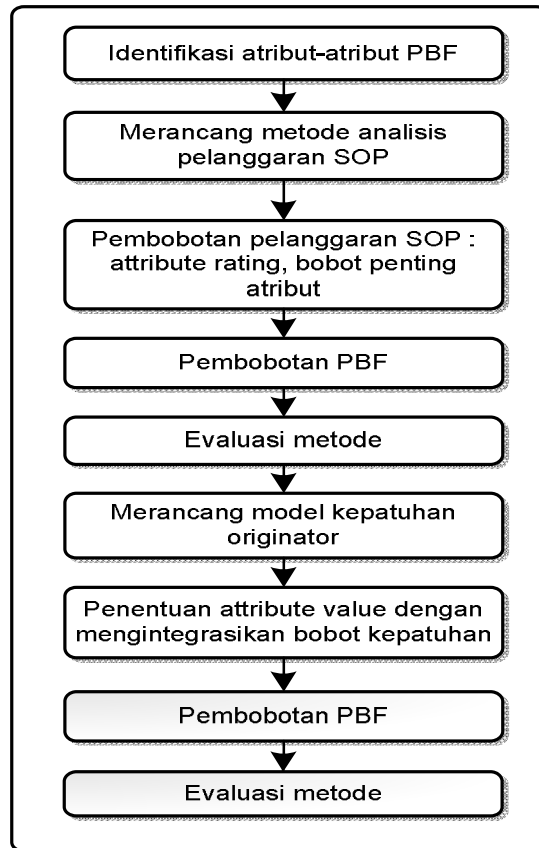
Dalam penelitian ini, analisis dilakukan pada beberapa dokumen, seperti dokumen laporan audit dan *event logs* aplikasi kredit. Dokumen laporan audit dapat memberikan penjelasan mengenai pernyataan auditor tentang terjadinya PBF pada bank tersebut. Dalam dokumen ini terdapat proses bisnis pemberian kredit. Analisis dokumen ini penting sebagai bahan merancang metode analisis proses bisnis.

3.4 Uji Validitas dan Reliabilitas Data

Uji validitas dan reliabilitas data penelitian ini akan menggunakan metode *expert panel*, yaitu meminta validasi kepada empat orang pakar fraud dan dua orang pakar *event logs* aplikasi kredit. Dalam penelitian ini, ada enam ahli yang terbagi dalam dua keahlian, yaitu ahli fraud dan ahli *event logs*. Empat ahli fraud, akan diminta untuk menganalisis pelanggaran SOP, sedangkan ahli *event logs* diminta untuk memvalidasi *event logs* aplikasi kredit ini. Para ahli tersebut sudah memiliki pengalaman lebih dari lima tahun, masing-masing ahli dalam bidang kredit, fraud dan *event logs*.

Dalam penelitian ini, uji reliabilitas akan dilakukan oleh seorang pakar *event logs* aplikasi kredit, seorang pengguna yang mengoperasikan aplikasi kredit, dan teori tentang *conformance* dengan uji triangulasi teknik. Dalam pengujian data, keduanya menggunakan perangkat lunak yang berbeda. Dalam pengujian, penelitian ini menganalisis *event logs* menggunakan aplikasi deteksi

PBF, sedangkan ahli mengujinya menggunakan aplikasi deteksi fraud yang mereka miliki. Analisis *conformance* dilakukan untuk memperoleh nilai *fitness*, dan pola proses bisnis. Hasil yang diperoleh keduanya sama. Reliabilitas data dianggap teruji, karena hasil yang diperoleh pengguna, pakar, dan teori *conformance* sama.



Gambar 3.1 Tahapan penelitian

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan fuzzy untuk memperoleh metode deteksi *suspicious* PBF yang lebih akurat dibanding penelitian sebelumnya. Untuk mencapai hasil tersebut ditentukan urutan langkah yang akan dilakukan. Gambar 3.1 menunjukkan tahapan dalam penelitian ini.

3.5.1 Identifikasi Atribut-Atribut PBF

Atribut-atribut PBF diidentifikasi dari pelanggaran proses bisnis terhadap SOP. Atribut tersebut diisi dengan nilai akumulasi dari pelanggaran yang terjadi, misalnya *skip sequence* diisi dengan jumlah *event sequence* yang dilompati dalam satu *case*. *Wrong duty* diisi dengan nilai akumulasi *event* yang dieksekusi oleh originator yang melanggar *segregation of duty* dan seterusnya.

Atribut-atribut PBF tersebut merupakan pengembangan dari atribut-atribut PBF sebelumnya, dimana pengembangan tersebut berdasarkan pada analisis data *training* dari *event logs* aplikasi kredit. Penelitian ini melakukan *conformance* antara *event logs* dengan SOP yang dimiliki. Setiap pelanggaran yang terjadi, dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh bobot fraud dari pelanggaran tersebut.

Dalam *event logs* aplikasi kredit, penelitian ini mengidentifikasi 13 jenis pelanggaran SOP. Identifikasi tersebut dilakukan dengan menganalisis data *training* dibandingkan dengan SOP. Jenis pelanggaran tersebut terdiri dari *skip sequence*, *skip decision*, *throughput time min*, *throughput time max*, *wrong resource*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, *wrong duty combine*, *wrong decision*, *wrong pattern*, *event parallel*, *out time sequence* dan *out time decision*.

Penelitian ini menghitung korelasi antara masing-masing jenis pelanggaran dengan bobot fraud. Jenis pelanggaran yang memiliki korelasi signifikan terhadap fraud akan ditetapkan sebagai atribut atau indikator fraud. Indikator/atribut fraud tersebut akan menjadi dasar penentuan bobot PBF dari *case* yang melanggar SOP.

Uji korelasi atribut ini menggunakan data *training* aplikasi kredit yang terdiri dari 1020 fraud dan 837 bukan fraud. Penilaian bobot fraud terhadap data *training* dilakukan oleh ahli. Dari uji korelasi masing-masing pelanggaran tersebut diperoleh hasil bahwa sebelas jenis pelanggaran memiliki nilai relasi yang signifikan terhadap fraud, sedangkan dua jenis pelanggaran lainnya tidak signifikan. Sebelas indikator/atribut yang signifikan terhadap fraud yaitu *skip sequence*, *skip decision*, *throughput time min*, *throughput time max*, *wrong resource*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, *wrong duty combine*, *wrong decision*, *wrong pattern* dan *event parallel*. Dengan demikian, dalam sebelas

atribut/indikator tersebut ditetapkan sebagai indikator/atribut PBF. Sedangkan dua indikator lainnya yaitu *out time sequence* dan *out time decision* tidak menjadi indikator PBF. Hasil uji korelasi indikator/atribut fraud ditunjukkan dalam Lampiran III. Sepuluh atribut pertama yang teridentifikasi sudah pernah diidentifikasi oleh penelitian sebelumnya (Sarno *et al.*, 2015; Sinaga *et al.*, 2015), sedangkan satu atribut baru yaitu *event parallel* teridentifikasi oleh penelitian ini.

Kemampuan mengidentifikasi pelanggaran SOP menentukan akurasi deteksi *suspicious* PBF, oleh karena itu kelengkapan atribut/indikator PBF mutlak diperlukan. Analisis terhadap data *training* tersebut akan menghasilkan indikator/atribut PBF. Penjelasan masing-masing atribut ditunjukkan dalam Tabel 3.2

Tabel 3.2 Deskripsi Atribut-Atribut Fraud

Atribut	Deskripsi
<i>Skip sequence</i>	<i>Skip</i> pada <i>event sequence</i> yaitu <i>event</i> yang terarah pada satu <i>event</i> berikutnya
<i>Skip decision</i>	<i>Skip</i> yang terjadi pada <i>event</i> yang memiliki percabangan
<i>Througput time min</i>	Waktu eksekusi <i>event</i> yang nilainya lebih kecil dari nilai <i>standard event</i>
<i>Througput time max</i>	Waktu eksekusi <i>event</i> yang nilainya lebih besar dari nilai <i>standard event</i>
<i>Wrong resource</i>	<i>Event</i> yang dieksekusi oleh originator yang berwenang
<i>Wrong duty sequence</i>	<i>Event</i> yang dieksekusi oleh originator yang mengeksekusi lebih dari satu <i>event</i> pada <i>event sequence</i>
<i>Wrong duty decision</i>	<i>Event</i> yang dieksekusi oleh originator yang mengeksekusi lebih dari satu <i>event</i> pada <i>event decision</i>
<i>Wrong duty combine</i>	<i>Event</i> yang dieksekusi oleh originator yang mengeksekusi lebih dari 1 <i>event</i> pada <i>event decision</i> dan <i>sequence</i>
<i>Wrong pattern</i>	<i>Case</i> yang polanya berbeda dengan SOP
<i>Wrong decision</i>	<i>Event</i> yang memiliki keputusan yang tidak sesuai dengan SOP
<i>Events parallel</i>	Eksekusi <i>event</i> secara bersamaan dan melanggar SOP

3.5.2 Merancang Metode Analisis Pelanggaran SOP

Konsep awal dari *conformance* yaitu mengidentifikasi keberadaan sebuah *trace* atau *case* dalam *event logs* dengan menghasilkan nilai *fitness*. Jika nilai *fitness* mendekati satu, menunjukkan bahwa *trace* tersebut mendekati sama dengan model proses. Dalam penelitian ini, *conformance* akan dikembangkan

untuk membandingkan antara *case* (proses bisnis) dengan SOP aplikasi kredit.

Pada penelitian (Jans *et al.*, 2011) ada tiga isu yang dimunculkan untuk mitigasi fraud dalam sebuah model proses bisnis, yaitu *skip*, *throughput time* dan *sagregation of duty*. Namun ketiga isu tersebut dianalisis secara manual oleh peneliti, dan hasilnya diserahkan ke pakar untuk dianalisis lebih lanjut tentang ketiga pelanggaran tersebut merupakan *suspicious* atau tidak. Penelitian ini mengembangkan ketiga isu tersebut dengan menganalisis kembali *event logs* aplikasi kredit pada sebuah bank yang pernah terkena *Process-based Fraud*.

Penelitian ini mengembangkan metode deteksi PBF dengan menganalisis proses bisnis meliputi analisis lompatan *event*, analisis waktu menjalankan *event*, analisis otoritas originator, analisis pengambilan keputusan, dan analisis pemisahan tugas. Analisis lompatan *event* dilakukan dengan membandingkan alur *event* yang dikerjakan dengan alur *event* yang ditentukan oleh SOP. Analisis ini mengidentifikasi terjadinya sebuah lompatan *event* pada beberapa *case*, dimana *case* tersebut merupakan PBF yang pernah terjadi.

Analisis lebih lanjut dilakukan pada lompatan *event* yang terjadi, dimana lompatan tersebut terjadi pada *event decision* atau *event sequence*. Lompatan pada kedua jenis *event* tersebut memiliki pengaruh terhadap PBF, yang mana lompatan pada *event decision* memiliki efek yang lebih besar dibanding lompatan pada *event sequence*, sebagaimana pendapat pakar. Pada tahap ini, analisis lompatan *event* (*skip*) menjadi metode untuk mendeteksi indikasi/atribut fraud dengan atribut *skip sequence* dan *skip decision*.

Analisis selanjutnya dilakukan dengan mengidentifikasi beberapa *case* yang menjalankan *event* lebih pendek atau lebih lama dibanding waktu yang ditetapkan di dalam SOP. Pelanggaran waktu jalannya *event* tersebut memiliki pengaruh terhadap terjadinya PBF, walaupun pengaruhnya baru terasa setelah terjadi beberapa pelanggaran yang sama. Analisis lebih lanjut pada waktu jalannya proses ini, dilakukan dengan membandingkan waktu jalannya sebuah *event* dibanding waktu yang ditetapkan dalam SOP. Waktu menjalankan *event* lebih pendek atau lebih lama dibanding waktu di SOP juga terjadi pada *case* yang merupakan PBF. Dari analisis ini, waktu menjalankan *event* dijadikan indikator / atribut PBF dengan dua atribut yaitu *throughput time min* dan *throughput time*

max. Throughput time min untuk pelanggaran yang berupa menjalankan *event* yang lebih pendek dibanding SOP, sedangkan *throughput time max* untuk pelanggaran yang menjalankan *event* yang lebih panjang dibanding SOP.

Analisis terhadap *event logs* juga mengidentifikasi adanya penggunaan otoritas yang menyalahi SOP. Ada originator yang levelnya *supervisor* namun menjalankan *event* yang semestinya dijalankan oleh *operator*. Kesalahan penggunaan otoritas ini juga memiliki pengaruh terjadinya *suspicious* PBF, sebagaimana pendapat pakar. Pada penelitian ini, kesalahan otoritas ini menjadi indikasi/atribut fraud dengan atribut *wrong resource*.

Analisis selanjutnya mengidentifikasi adanya originator yang melanggar pemisahan tugas. Ada beberapa *event* dalam satu *case* yang dijalankan oleh originator yang sama. Memang pada objek penelitian, pelanggaran seperti ini masih diperbolehkan dengan meminta surat permakluman. Permakluman ini biasanya diperbolehkan pada operasional yang bank kantor cabang, cabang pembantu atau kantor unit. Namun jika terjadi dua *event* atau lebih dikerjakan oleh seorang originator dan tanpa surat permakluman, originator tersebut dianggap melanggar SOP. Dalam penelitian ini, metode analisis pemisahan tugas menghasilkan indikator/atribut *wrong duty*. *Wrong duty* yang terjadi dapat berupa tiga pelanggaran, yaitu *wrong duty sequence*, *wrong duty decision* dan *wrong duty combine*. *Wrong duty sequence* terjadi jika pelanggaran ini dilakukan oleh *operator* pada *event operator* juga. *Wrong duty decision* terjadi pada pelanggaran yang dilakukan oleh originator yang memiliki level *supervisor* dan merangkap *event supervisor* juga. Sedangkan *wrong duty combine* ini digunakan untuk menganalisis originator level operator yang merangkap *event* yang berlevel *supervisor*.

Analisis selanjutnya dilakukan pada pelanggaran urutan eksekusi *event* yang tidak sesuai dengan urutan *event* yang diatur dalam SOP. Ada beberapa *case* yang urutan eksekusi eventnya tidak sesuai dengan *flow* yang ada di SOP. Memang tidak selalu *case* yang berbeda pola dengan SOP ini terjadi PBF, namun pada beberapa *case* yang mengalami PBF juga terdapat perbedaan pola eksekusi event ini. Pada penelitian ini, analisis pola jalannya *event* menjadi metode analisis pelanggaran SOP. Atribut yang dihasilkan berupa *wrong pattern*. Pola jalannya

event ini dianalisis dengan analisis *pattern* struktur, yaitu menganalisis urutan jalannya *event* sesuai dengan urutan *event* yang ditetapkan di dalam SOP.

Analisis berikutnya dilakukan pada *event* yang pelanggarannya berupa eksekusi beberapa *event* yang dilakukan secara bersamaan. Kemungkinan pelanggaran ini terjadi karena ini mempersingkat waktu pencairan kredit tanpa melanggar waktu yang ditetapkan dalam SOP. Pakar berpendapat bahwa pelanggaran seperti ini perlu diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF. Dalam penelitian ini, analisis eksekusi beberapa *event* secara bersamaan dan melanggar SOP menjadi metode analisis pelanggaran dengan indikasi/atribut *events parallel*.

Analisis selanjutnya dilakukan pada jalannya sebuah *event* yang dilakukan diluar jam kerja. Secara umum, sebuah proses dilakukan pada jam kerja perusahaan, sehingga melaksanakan proses diluar jam kerja menjadi indikasi terjadinya pelanggaran. Analisis ini menghasilkan indikasi *out time sequence* dan *out time decision*. Menjalankan *event sequence* di luar jam kerja diidentifikasi sebagai *out time sequence*, sedangkan menjalankan *event decision* diluar jam kerja diidentifikasi sebagai *out time decision*.

Dari analisis *event logs* tersebut teridentifikasi tiga belas indikasi/atribut PBF. Namun karena *out time sequence* dan *out time decision* memiliki korelasi yang tidak signifikan terhadap PBF, maka dalam penelitian ini sebelas indikator/atribut yang signifikan yang ditetapkan sebagai indikator/atribut PBF. Indikator /atribut tersebut *skip sequence*, *skip decision*, *throughput time min*, *throughput time max*, *wrong resource*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, *wrong duty combine*, *wrong pattern* dan *wrong event parallel*.

Metode analisis diperlukan untuk mengidentifikasi sebelas indikator/atribut PBF tersebut. Metode analisis yang digunakan terdiri dari tujuh metode yaitu *skip analysis*, *throughput time analysis*, *resource analysis*, *decision analysis*, *segregation of duty analysis*, *pattern analysis* dan *event parallel analysis*. Metode analisis tersebut akan diuraikan lebih rinci sebagai berikut :

1. *Skip Analysis*

Metode ini digunakan untuk menganalisis sebuah proses yang melompat satu atau lebih *event*, merujuk pada urutan *control flow*. Jika lompatan terjadi pada *event sequence*, maka itu akan menambah nilai atribut *skip sequence*. Namun jika lompatan terjadi pada *event decision*, itu akan berpengaruh pada atribut *skip decision*. Contoh, pada sebuah *case* terjadi lompatan satu *event* yaitu persetujuan_pincab (*event decision*), maka nilai atribut *skip decision* bertambah satu. Berikut ini algoritma *skip analysis*.

- Membentuk SOP dari proses bisnis ke dalam bentuk wf-net
 $\alpha(SOP) = (PL, TL, FL)$
- Menentukan transition dari SOP dan nilai PL_s dan TR_s dari SOP proses bisnis
 $PL_s = (as, Pc(As, Bt) \mid as \in As \cup (Pc(As, Bt), bt \mid bt \in Bt)$
 $TR_s = TR_{ke\ i\ dari\ SOP} \mid i = \sum as$
- Menentukan event $e_{ke\ i}$ dari case c dari set case \mathcal{C}
 $e_{ke\ i\ dari\ case\ c} = e_{ke\ i\ dari\ SOP} \mid e \in \mathcal{C}$
- Menentukan event sequence SB
 $SB_s \in \alpha(SOP) = \sum Bt = 1, Bt \in FL$
- Menentukan event decision DB
 $DB_s \in c = \sum Bt > 1, Bt \in FL$
- Analisa skip dengan membandingkan event $ke\ i$ dari case c dengan event $ke\ i$ dari SOP
 $e_{ke\ j\ dari\ case\ ke\ i} \neq e_{ke\ j\ dari\ SOP} \rightarrow \sum FINDe_{ke\ j\ dari\ SOP}$
- Atribut skip sequence skipseq akan bertambah 1 jika terjadi skip pada event sequence
 $(e_{ke\ j\ dari\ SOP} \neq e_{ke\ j\ dari\ case\ ke\ i}) \wedge SB_s \in c \rightarrow skipseq + 1$
- Sedangkan atribut skip decision skipdec bertambah 1 jika terjadi skip pada event decision
 $(e_{ke\ j\ dari\ SOP} \neq e_{ke\ j\ dari\ case\ ke\ i}) \wedge DB_s \in c \rightarrow skipdec + 1$

Berikut ini pseudocode algoritma *Skip analysis*.

Pseudocode Algoritma *Skip analysis*

```
Read(log)
  Read(trace:kd_case)
    Read(event:nama;time;transition;resource)
Read(PNML)
  Read(transition:nama)
  If(transition=2)
    SB=event.Sequence
  else
    DB=event.Decision
  for(j;tabelLog[j]<jumlah.transition;j++)
  {
  if(tabelLog[j] equal transition[j])
    skip=false
  else
    for (a; tabelLog <jumlah.transition;a++)
      if(tabelLog[a] equal transition[j])
      {
      skip=false
      break
      else
      skip=true
      break
      }
  if(event=SB)
    skipseq=skipseq+1
  elseif(event=DB)
    skipdec=skipdec+1
  }
```

Penelitian ini menggunakan *k-fold cross-validation* untuk menguji validasi algoritma *Skip*. Pengujian ini menggunakan empat iterasi perulangan. Data *training* dibagi menjadi empat segmen, dimana tiga segmen sebagai data

training dan satu segmen sebagai data *testing*. Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 masing-masing menunjukkan hasil uji validasi *skip sequence* dan uji validasi *skip decision*.

Tabel 3.3 Hasil Uji Validasi *Skip Sequence*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	17	17	1
Interasi 2	2	2	1
Interasi 3	3	3	1
Interasi 4	1	1	1
Rata akurasi			1

Tabel 3.4 Hasil Uji Validasi *Skip Decision*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	6	6	1
Interasi 2	1	1	1
Interasi 3	2	2	1
Interasi 4	2	2	1
Rata-rata akurasi			1

2. *Throughput Time Analysis*

Waktu menjalankan sebuah *event* dapat memakan waktu lebih pendek atau lebih panjang dibanding dengan waktu standar. Waktu standar terdiri dari waktu yang ditetapkan dalam SOP ditambah waktu toleransi atas atau toleransi bawah. Sebuah *event* yang dieksekusi lebih pendek dibanding waktu standar akan mengisi atribut *throughput min*, sedangkan waktu eksekusi event yang waktunya lebih panjang dibanding waktu standar akan mempengaruhi atribut *throughput time max*. Sebagai sebuah contoh, sebuah case menjalankan event *cek_validasi_kantor* dalam waktu 5 jam (waktu standar *cek_validasi_kantor* adalah 60 menit dan waktu toleransi kelebihan waktu 7 menit), maka eksekusi

tersebut mempengaruhi atribut *throughput time max*. Sedangkan jika eksekusi event tersebut 10 menit, maka akan menambah nilai atribut *throughput time min*. Rumus (2.7) digunakan untuk menghitung waktu standard, waktu toleransi atas dan waktu toleransi bawah. Namun dalam penelitian ini ada perubahan pada rumus (2.7), dimana nilai \bar{X} bukan rata-rata, akan tetapi nilai standard event yang ada di dalam SOP.

Berikut ini algoritma *throughput time analysis*:

- Menentukan throughput time standard T_{st} event e dari case c dari SOP

$$T_{st_i} = T_{\text{dari event ke } i \text{ di SOP}}$$

- Menentukan nilai toleransi dari event e dari set case \mathcal{C}

$$Tol = \sigma_{\text{event ke } i} + CI_{\text{event ke } i}$$

- Menghitung waktu eksekusi event T pada event ke i

$$T_{ke\ i} = T_{\text{end dari event ke } i} - T_{\text{start dari event ke } i}$$

- Analisis throughput time event e. Jika throughput time event e lebih kecil dari batas minimal standard event, maka atribut throughput time minimal bertambah 1. Jika *throughput time event* lebih besar dari batas maksimal standard event, maka atribut *throughput time* maksimal ditambah 1

$$T_i < T_{st_i} - Tol \rightarrow T_{min} + 1$$

$$T_i > T_{st_i} + Tol \rightarrow T_{max} + 1$$

Hasil dari metode ini adalah terjadinya pelanggaran *throughput time* atau tidak. Berikut ini pseudocode dari algoritma *throughput time*.

Pseudocode Algoritma *Throughput time analysis*

Read(log)

 Read(trace:kd_case)

 Read(event:nama;time;transition;resource)

Read(PNML)

 Read(transition:nama;time)

Tst=time

Read(waktu_toleransi)

Tol=waktu_toleransi

For(i;tablelog<jumlah.transition;i++)

```

{
  T = time.Complete.tableLog[i] - time.start.tableLog[i]
  If (T[i] < (Tst[i]-Tol[i]))
    Tmin=Tmin+1
  elseif (T[i]>(Tst[i]+Tol[i]))
    Tmax=Tmax+1
}

```

Uji validasi algoritma *throughput time* ini menggunakan metode *k-fold cross-validation* dengan empat interasi. Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 masing-masing menunjukkan hasil uji validasi algoritma *throughput time*.

Tabel 3.5 Hasil Uji Validasi *Throughput Time Min*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	121	121	1
Interasi 2	130	130	1
Interasi 3	119	119	1
Interasi 4	114	114	1
Rata-rata akurasi			1

Tabel 3.6 Hasil Uji Validasi *Throughput Time Max*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	124	124	1
Interasi 2	122	122	1
Interasi 3	121	121	1
Interasi 4	118	118	1
Rata-rata akurasi			1

3. Resource Analysis

Wrong resource adalah metode yang digunakan untuk menganalisis adanya originator yang mengeksekusi *event* yang bukan wewenangnya. Dalam

sebuah SOP diatur bahwa originator dalam menjalankan sebuah *event* harus sesuai dengan level otoritas. Setiap *event* pasti memiliki originator yang berhak menjalankannya. Sebuah *event* yang dijalankan oleh originator yang salah, akan menghasilkan atribut *wrong resource*. Dalam aplikasi kredit di objek penelitian, hak otoritas diatur sebagaimana dalam Tabel 3.3, sedangkan contoh hak otoritas originator ditunjukkan dalam Tabel 3.4. Pelanggaran terhadap wewenang diakumulasi dalam salah satu atribut PBF yaitu *wrong resource*. Berikut ini algoritma *wrong resource analysis*.

- Menentukan originator o dari *event* e dari *case* c dari set *case* \mathcal{C} dari proses bisnis i
 $o_i = o_i \in e, e \in c, c \in C$
- Menentukan level LV dari originator o yang mengeksekusi *event* e dari set *case* \mathcal{C} dalam proses bisnis i
 $LV_i = l_o \in le_i \mid o_e = o_o$ dari tabel level originator dari i
- Menentukan level LT dari originator yang berhak mengeksekusi Lo *event* e dari set *case* \mathcal{C} dalam proses bisnis i dari tabel level originator mengakses *event* TE
 $LT_k = l_{o_k} \in TE$
- Menentukan level originator yang berhak mengakses event LO
 $LO_i = (OR_i = l_j)$
- Menganalisa *wrong resource* dengan membandingkan level originator yang mengeksekusi event LT dengan level originator yang berhak mengeksekusi event e LO . Jika LO tidak sama dengan LT maka atribut *wrong resource* bertambah 1
 $LO_i \neq LT_k \rightarrow \text{wrongresource} + 1$

Berikut ini pseudocode algoritma *wrong resource*.

Pseudocode Algoritma *Wrong resource*

Read(log)

 Read(trace:kd_case)

 Read(event:nama;time;transition;resource)

Read(PNML)

```

    Read(transition:nama;time;level)
Read(jabatan;originator;level)
LT=jabatan.level
For(i;tableLog<jumlah.transition;i++)
{
    Find(LO)
    LO=otoritas.level
    If(LO[i] ≠ LT[i])
        Wrongresource=wrongresource+1
}

```

Metode *k-fold cross-validation* digunakan untuk uji validasi algoritma *Wrong Resource*. Tabel 3.7 menunjukkan hasil uji validasi algoritma *Wrong Resource*.

Tabel 3.7 Hasil Uji Validasi *Wrong Resource*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	16	16	1
Interasi 2	10	10	1
Interasi 3	8	8	1
Interasi 4	12	12	1
Rata-rata akurasi			1

Tabel 3.8 dan Tabel 3.9 masing-masing menunjukkan contoh hak otoritas aplikasi kredit dan contoh level originator.

Tabel 3.8 Hak Otoritas Aplikasi Kredit

No.	Level	Deskripsi
1	Operator	Originator yang tugasnya memasukkan data, operasional dan memelihara data
2	Supervisor	Originator yang tugasnya melakukan kontrol, verifikasi dan validasi data
3	Authoriser	Originator yang levelnya tertinggi dalam mengontrol sistem dan melakukan evaluasi dan memvalidasi tugas operator dan supervisor

4. *Decision Analysis*

Decision analysis dipergunakan untuk menganalisis adanya pelanggaran pengambilan keputusan. Metode ini menganalisis originator yang menjalankan *event decision* sesuai dengan SOP atau tidak. Dalam SOP, sebuah *event* harus dieksekusi oleh originator yang memiliki otoritas. Sebagai ilustrasi, plafon kredit lebih dari 1 milyar rupiah harus disetujui oleh direktur. Dalam kasus ini, jika *event* tersebut disetujui oleh kepala cabang bank akan mengisi atribut *wrong decision*. Contoh dari overrate aplikasi kredit ditunjukkan dalam Tabel 3.11. Berikut ini algoritma *decision analysis* tersebut :

- Membentuk SOP dari proses bisnis i ke dalam bentuk wf-net
 $\alpha(\text{SOP}) = (\text{PL}, \text{TL}, \text{FL})$
- Menentukan nilai FL dari SOP proses bisnis i
 $\text{FL} = (\text{as}, \text{Pc}(\text{As}, \text{Bt}) \mid a \in \text{As} \cup (\text{P}(\text{As}, \text{Bt}), \text{bt} \mid \text{bt} \in \text{Bt})$
- Menentukan event e ke i dari case c dari set case \mathcal{C}
 $e_i = e_{\text{ke } i \text{ dari case } j} \mid e \in \mathcal{C}$
- Menentukan event decision DB dari SOP dari proses bisnis i
 $\text{DB}_i \text{ pada case ke } j = \sum \text{Bt} > 1, \text{Bt} \in \text{FL}_i$
- Menentukan wrong decision dengan membandingkan $e_i \in \text{PL}$ dari case c dengan $\text{Bt} \in \text{FL}$ dari SOP
- $e_i \neq \text{Bt}_i \in \text{FL}$ dari SOP \wedge decision \neq role decision \rightarrow wrongdecision +1

Pseudocode Algoritma *Decision analysis*

Read(log)

 Read(trace:kd_case)

 Read(event:nama;time;transition;resource)

Read(PNML)

 Read(transition:nama;time)

If (transition.PNML > 1)

 DB=event.decision

 Read(overrate;jabatan;otoritas)

 Bt=overrate

```

For(i;tableLog < jumlah.transition;i++)
{
e=event.nama
If(tableLog[i]=DB)
{
If(e[i] equal Bt)
{
If(event.nama equal jabatan && plafond ≠ otoritas)
Wrongdecision=wrongdecision+1
If(event.nama equal cek_jenis_kredit && jenis_kredit equal
kredit umum ≠ rule decision)
wrongdecision=wrongdecision+1
If(event.nama equal cek_jenis_kredit && jenis_kredit equal
personal loan ≠ rule decision)
wrongdecision=wrongdecision+1
}
}
}
}

```

Tabel 3.9 Contoh Level Originator

No.	Nama	Level
1.	Enny	Operator
2.	Endah	Supervisor
3.	Kartono	Operator
4.	Dani	Operator
5.	Edo	Operator
6.	Heri	Operator
7.	Wartono	Supervisor

Tabel 3.10 Hasil Uji Validasi *Wrong Decision*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	23	23	1
Interasi 2	4	4	1
Interasi 3	12	12	1

Interasi 4	7	7	1
Rata-rata akurasi			1

Tabel 3.11 Tabel *Overrate* Aplikasi Kredit

No.	Jabatan	Otoritas
1.	Kepala Cabang	< 1.000.000,000,-
2.	Direksi	>1.000.000.000,-

Pengujian algoritma *Decision analysis* menggunakan metode *k-fold cross-validation* dengan empat interasi. Tabel 3.10 menunjukkan hasil uji validasi algoritma *Wrong Decision*.

5. *Segregation of Duty Analysis*

Segregation of duty analysis ini digunakan untuk memeriksa adanya penyimpangan dalam pemisahan tugas. Penyimpangan terjadi, jika seorang originator menjalankan dua atau lebih *event* yang berbeda dalam sebuah *case*. Analisis ini, biasanya digunakan di perusahaan besar. Penyimpangan *segregation of duty* berpengaruh pada atribut *wrong duty sequence* atau *wrong duty decision* atau *wrong duty combine*. Berikut ini algoritma *segregation of duty analysis*

- Membentuk SOP dari proses bisnis ke dalam bentuk wf-net
 $\alpha(\text{SOP}) = (\text{PL}, \text{TL}, \text{FL})$
- Menentukan nilai FL dari SOP proses bisnis i
 $\text{FL} = (\text{as}, \text{Pc}(\text{As}, \text{Bt}) \mid a \in \text{As} \cup (\text{P}(\text{As}, \text{Bt}), \text{bt} \mid \text{bt} \in \text{Bt})$
- Menentukan event e ke i dari case c dari set case C
 $\text{PL}_e = e_{ke i} \mid e \in E; E \in c$
- Menentukan event sequence SB dari event e dari proses bisnis i
 $\text{SB}_i \in \text{FL} = \sum B = 1, B \in \text{FL}_i$
- Menentukan event decision DB dari event e dari proses bisnis i
 $\text{DB}_i \in \text{FL} = \sum B > 1, B \in \text{FL}_i$
- Menentukan originator O yang mengeksekusi event e
 $O = o \in e, e_i \in c$
- Menentukan jumlah event e dari case c dari set case C dan proses bisnis i

$$n = \sum_{e \in c, k=1}$$

- Menganalisis wrong duty dengan membanding semua originator yang mengeksekusi event dalam proses bisnis i

$$\square_i = O_{i+1..n} \wedge SB \in FL_i \rightarrow Wdutyseq + 1$$

$$\square_i = O_{i+1..n} \wedge DB \in FL \rightarrow Wdutydec + 1$$

$$\square_i = O_{i+1..n} \wedge SB \in FL_i \wedge DB \in FL \rightarrow Wdutycom + 1$$

Berikut ini pseudocode algoritma *Segregation of duty analysis*.

Pseudocode algoritma *Segregation of duty analysis*.

Read(log)

 Read(trace:kd_case)

 Read(event:nama;time;transition;resource)

O = resource

Read(PNML)

 Read(transition:nama;time)

If (transition.PNML > 1)

 DB=event.decision

else

 SB=event.sequence

For(i;tablelog<jumlah.transition;i++)

{

 If(O [i] equal O [a+1])

 If(O[i] && O [i+1] equal SB)

 Wdutyseq=wdutyseq+1

 If(O[i] && O [i+1] equal DB)

 Wdutydec=wdutydec+1

 If(O[i] ≠ O [i+1] equal SB && DB)

 Wdutycom=wdutycom+1

}

Uji validasi algoritma *Segregation of duty analysis* ini menggunakan metode *k-fold cross-validation* dengan empat interasi. Hasil uji validasi algoritma tersebut ditunjukkan dalam Tabel 3.12, Tabel 3.13 dan Tabel 3.14.

Tabel 3.12 Hasil Uji Validasi *Wrong Duty Sequence*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	1	1	1
Interasi 2	1	1	1
Interasi 3	1	1	1
Interasi 4	2	2	1
Rata-rata akurasi			1

Tabel 3.13 Hasil Uji Validasi *Wrong Duty Decision*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	1	1	1
Interasi 2	1	1	1
Interasi 3	1	1	1
Interasi 4	1	1	1
Rata-rata akurasi			1

Tabel 3.14 Uji Validasi *Wrong Duty Combine*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	1	1	1
Interasi 2	1	1	1
Interasi 3	1	1	1
Interasi 4	1	1	1
Rata-rata akurasi			1

6. *Pattern Analysis*

Metode analisis ini digunakan untuk menganalisis *flow* dari proses bisnis yang harus sesuai dengan pola model proses bisnis. Pola urutan eksekusi *event* yang tidak sesuai dengan SOP diidentifikasi sebagai pelanggaran. Pelanggaran pola berpengaruh pada atribut PBF yaitu atribut *wrong pattern*. Berikut ini algoritma *pattern analysis*

- Membentuk SOP dari proses bisnis dalam wf-net
 $\alpha(\text{SOP})_i = (\text{PL}, \text{TL}, \text{FL})$
- Menentukan nilai FI dari SOP proses bisnis
 $\text{FLs} = (\text{as}, \text{Pc}(\text{As}, \text{Bt}) \mid a \in \text{As} \cup (\text{P}(\text{As}, \text{Bt}), \text{bt} \mid \text{bt} \in \text{Bt})$
- Menentukan event $e_{ke i}$ dari case c dari set case C
 $E_i = e_{ke i \text{ dari case } c} \mid e \in \mathcal{E}$
- Menganalisis *wrong pattern* dengan membandingkan FLs dengan PLc , jika tidak sama, maka terjadi *wrong pattern*.
 $\text{FLs}_{i+1} \neq e_i \rightarrow \text{Wrongpattern} + 1$

Berikut ini pseudocode algoritma *pattern analysis*.

Pseudocode algoritma *Pattern analysis*

```

Read(log)
  Read(trace:kd_case)
    Read(event:nama;time;transition;resource)
  Read(PNML)
    Read(transition:nama;time)
  For(i;tableLog<jumlah.transition;i++)
  {
  e=tablelog[i]
  FLs=transition[i+1]
  If(e[i] ≠ FLs[i+1])
    Wrongpattern=wrongpattern+1
  }

```

Tabel 3.15 Hasil Uji Validasi *Wrong Pattern*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	20	20	1
Interasi 2	2	2	1
Interasi 3	9	9	1
Interasi 4	5	5	1
Rata-rata akurasi			1

Uji validasi algoritma *Wrong Pattern* ini menggunakan metode *k-fold cross-validation* dengan empat interasi. Hasil uji validasi algoritma ini ditunjukkan dalam Tabel 3.15.

7. *Event Parallel Analysis*

Event parallel analysis dipergunakan untuk mengetahui terjadinya lebih dari satu event jalan secara bersamaan. Jika SOP mengharuskan *event-event* tersebut dijalankan secara berurutan, maka eksekusi event tersebut dianggap sebagai pelanggaran SOP. Pelanggaran ini pernah terjadi pada sebagian PBF. Pelanggaran SOP yang berupa menjalankan *event-event* secara bersamaan ini akan berpengaruh pada atribut *event parallel*. Berikut ini algoritma *event parallel analysis* :

- Membentuk SOP dari proses bisnis i ke dalam bentuk wf-net
 $\alpha(\text{SOP}) = (\text{PL}, \text{TL}, \text{FL})$
- Membentuk case c dari proses bisnis i ke dalam bentuk wf-net
 $e_i = e_i$ dari case c
- Menentukan waktu eksekusi T_{m_i} dari event_i dari case c
 $T_{m_i} = \text{TL}_{ke-i}$ dari case c
- Mengidentifikasi waktu eksekusi event berikutnya N_{t_i}
 $N_{t_i} = T_{m_{i+1}}$...jumlah event dalam case c
- Mengidentifikasi kesamaan waktu Eventpar
 $(e_i = N_{t_j}) \wedge \neq \alpha(L) \rightarrow \text{Eventpar} + 1$

Berikut ini pseudocode algoritma *event parallel analysis*.

Pseudocode algoritma *Event parallel analysis*

Read(log)

```

Read(trace:kd_case)
  Read(event:nama;time;transition;resource)
Read(PNML)
  Read(transition:nama;time)
Tm=time.tableLog
Nt=time.tableLog
For(i;tablelog<jumlah.transition;i++)
  {
    If(Tm[i] equal Nt[i+1] && name.tableLog[i]
      && name.tableLog[i+1] equal start) ≠ transition &&
      transition[i+1])
      eventpar = eventpar + 1
  }

```

Pengujian algoritma *Event parallel analysis* ini menggunakan metode *k-fold cross-validation* dengan empat interasi. Tabel 3.16 menunjukkan hasil uji validasi *Event Parallel*.

Tabel 3.16 Hasil Uji Validasi *Event Parallel*

	Diharapkan	Terdeteksi	Akurasi
Interasi 1	2	2	1
Interasi 2	5	5	1
Interasi 3	1	1	1
Interasi 4	3	3	1
Rata-rata akurasi			1

3.5.3 Pembobotan Pelanggaran

Pada penelitian (Jans *et al.*, 2011; Stoop, 2012; Dewandono, 2013, Sarno *et al.*, 2015) masih terdapat ambiguitas dalam penentuan bobot pelanggaran yaitu antara jumlah pelanggaran dan besarnya resiko sebuah pelanggaran SOP. Sebagian bobot pelanggaran ditentukan berdasarkan jumlah pelanggaran yang terjadi, dan sebagian lagi ditentukan berdasarkan resiko yang ditimbulkan. Sebagai sebuah contoh, ada sebuah pelanggaran *throughput time min*, karena

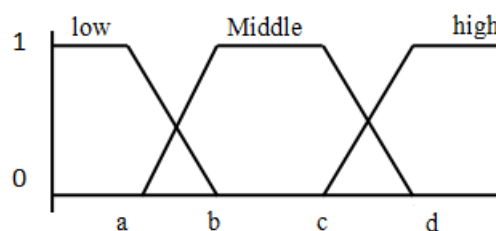
kejadiannya tiga kali maka bobot pelanggaran tersebut dianggap berat. Disisi lain, ada case yang melakukan *skip decision* sekali langsung dianggap pelanggaran berat.

Untuk menghindari ambiguitas dalam pembobotan pelanggaran, penelitian ini mengusulkan dua variabel penentuan bobot pelanggaran, yaitu *attribute value* dan bobot penting atribut. *Attribute value* adalah bobot pelanggaran dalam fuzzy yang ditentukan berdasarkan jumlah pelanggaran dalam setiap atribut/indikator. Sedangkan bobot penting atribut adalah bobot pentingnya sebuah atribut dibanding atribut lain.

3.5.3.1 Pembobotan *Attribute Value*

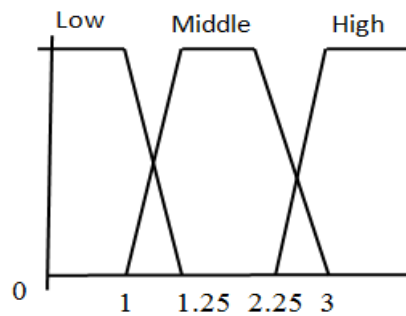
Attribute value adalah bobot pelanggaran yang terjadi dari sebuah atribut PBF. Untuk meningkatkan presisi dalam menentukan *attribute value* akan digunakan fuzzy. Fuzzy memiliki kemampuan untuk meningkatkan presisi (Zadeh, 1960). Dalam penelitian ini, setiap *attribute value* diusulkan terdiri dari tiga fungsi keanggotaan dengan linguistik *low*, *middle* dan *high*. Bilangan fuzzy untuk masing-masing linguistik ditentukan berdasarkan pelanggaran yang pernah terjadi pada data *training*. Fuzzy ini menggunakan fuzzy trapezium, dimana keanggotaan untuk bobot atribut ditentukan sebagaimana dalam Gambar 3.2.

Dalam penelitian ini, fuzzy trapezium dari *attribute value* yang terdiri dari a , b , c dan d , dimana $a, b, c, d \in R$; $a \leq b \leq c \leq d$. Selanjutnya penentuan nilai a , b , c , dan d , diusulkan *min* dan *max*, dimana *min* dan *max* masing-masing nilai minimum dan maksimum pelanggaran dalam sebuah atribut. Kemudian variabel *med* ditentukan dengan membagi *max* dengan dua. Akhirnya ditentukan $a = \text{min}$, $b = \text{min} + \frac{1}{2} (\text{med} - \text{min})$, $c = \text{med} + \frac{1}{2} (\text{max} - \text{med})$, dan $d = \text{max}$.



Gambar 3.2 Keanggotaan Fuzzy dari *Attribute Value*

Sebagai sebuah contoh, atribut *throughput time min* dalam data *training* terjadi maksimal tiga pelanggaran dalam satu *case*. Dengan demikian nilai variabel a,b,c dan d atribut *throughput time min* masing-masing 1, 1.25, 2.25 dan 3. Gambar 3.3 menunjukkan keanggotaan dari atribut *throughput time min*.



Gambar 3.3 Keanggotaan Atribut *Throughput Time Min*

Nilai attribute value berbeda antara bank satu dengan bank lainnya. Pakar anti fraud bank tersebut yang memahami kondisi low, middle dan high attribute value tersebut. Penelitian ini meminta pakar untuk menentukan nilai fuzzy dari masing-masing kondisi tersebut. Tabel 3.17 menunjukkan linguistik dan nilai fuzzy kondisi pelanggaran.

Tabel 3.17 Linguistik dan Nilai Fuzzy Pelanggaran

Variabel linguistik	Nilai fuzzy			
	High	0,8	1	1
Middle	0,3	0,7	0,8	1
Low	0	0	0,3	0,6

3.5.3.2 Pembobot Penting Atribut

Bobot penting atribut ditentukan oleh pakar dengan memberikan nilai penting atribut dibanding atribut lainnya. Metode *Modified Digital Logic* (MDL) untuk pembobotan atribut pernah digunakan dalam (Vats *et al.*, 2014). Penelitian

ini juga menggunakan metode MDL untuk menentukan bobot penting atribut. Disini para pakar berdiskusi tentang penting atribut.

Empat pakar memberikan penilaian pentingnya atribut dibandingkan dengan atribut yang lain. Mereka menilai setiap atribut dengan ‘1’, ‘2’ atau ‘3’. Untuk menunjukkan bahwa atribut tersebut lebih penting menggunakan ‘3’. Untuk menunjukkan sama pentingnya menggunakan ‘2’. Sedangkan untuk kurang penting menggunakan ‘1’. Hasil diskusi tersebut ditunjukkan dalam Table 3.18. Penilaian 1, 2 atau 3 pada atribut juga digunakan dalam (Vats et al., 2014).

Tabel 3.18 Bobot Penting Atribut

Attributes	Skip sequence (A1)	Skip decision(A2)	Throughput time min (A3)	Throughput time max (A4)	Wrong resource(A5)	Wrong duty sequence A6	Wrong duty decision A7	Wrong duty combine A8	Wrong decision A9	Wrong pattern A10	Event parallel A11	Positivdecision	Weights	Linguistic
Skip sequence (A1)	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	26	0,11	VI
Skip decision (A2)	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	26	0,11	VI
Throughput time min (A3)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	14	0,06	I
Throughput time max (A4)	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	15	0,06	I
Wrong resource(A5)	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	26	0,11	VI
Wrong duty seq (A6)	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	26	0,11	VI
Wrong duty dec(A7)	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	26	0,11	VI
Wrongdutycombine(A8)	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	26	0,11	VI
Wrong decision(A9)	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	26	0,11	VI
Wrong pattern(A10)	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	15	0,06	I
Event parallel (A11)	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	15	0,06	I
												241	1,00	

Dalam Tabel 3.18, baris menunjukkan atribut yang akan dibandingkan, sedangkan kolom menunjukkan atribut pembandingnya. Sebagai contoh, pada baris ke dua kolom ke 3 terisi ‘3’, berarti atribut *skip decision* (A2) lebih penting dibanding atribut *throughput time min* (A3). Begitu juga pada baris ke tiga kolom ke dua terisi ‘1’, berarti atribut *throughput time min* (A3) berbobot kurang penting dibanding atribut *skip decision* (A2).

Metode MDL ini digunakan untuk menentukan bobot penting atribut dari 11 atribut/indikator fraud. Berdasarkan diskusi peneliti dengan pakar, bobot penting atribut PBF diberikan dalam 5 kategori, yaitu *very weak* (VW), *weak* (W), *fair* (F), *important* (I) dan *very important* (VI). Model pembobotan penting atribut ini mirip dengan pembobotan dalam (Vats *et al.*, 2014). Untuk menghitung bobot penting masing-masing atribut digunakan rumus (2.5) (Vats *et al.*, 2014).

Dalam Tabel 3.18, hanya terdiri dari dua bobot atribut, yaitu 0,06 dan 0,11. Berdasarkan bobot tersebut, pakar menentukan sebelas indikator atau atribut PBF ditetapkan dalam dua kategori saja, yaitu 0,06 sebagai *important* dan 0,11 sebagai *very important*. Dengan demikian sesuai dengan Tabel 3.18, atribut *skip sequence*, *skip decision*, *wrong resource*, *wrong decision*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, dan *wrong duty combine* memiliki bobot *very important*. Sedangkan atribut *throughput time min*, *throughput time max*, *event parallel* dan *wrong pattern* memiliki bobot *important*.

Fungsi keanggotaan dari bobot penting atribut ditentukan secara subyektif oleh pakar berdasarkan pengalaman mereka dalam mitigasi PBF. Fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan sebagaimana dalam Tabel 3.19. Dalam penelitian ini, bobot penting atribut akan digunakan untuk menentukan bobot PBF.

Tabel 3.19 Bilangan Fuzzy Bobot Penting Atribut

Variabel Linguistik	Bilangan fuzzy			
VI	0,9	1	1	1
I	0,7	0,8	0,9	1
F	0,4	0,6	0,7	0,8
W	0	0,3	0,4	0,7
VW	0	0	0,1	0,3

3.5.3.3 Menghitung *Attribute Rating*

Attribute rating diperoleh dengan mencari *lower bound*, *middle weight* dan *upper bound* dari *attribute value* dan bobot penting atribut. Metode *decision vector* digunakan untuk memperoleh *attribute rating*. Rumus 3.1 digunakan untuk

menentukan *attribute rating*. Metode ini mirip dengan metode dalam (Barrieros *et al.*, 2010).

Misalnya h_1, h_2, h_3, h_4 adalah fuzzy dari *attribute value*, dan v_1, v_2, v_3, v_4 adalah fuzzy dari bobot penting atribut, maka menentukan *Lower bound*=($h_1 \times v_1$), *Middle weigh*=($h_2 \times v_2$) dan ($h_3 \times v_3$),sedangkan *Upper bound*=($h_4 \times v_4$). Karena $(x_1, x_2, x_3, x_4) = (Lower\ bound, Middle\ weigh, Middle\ weigh, Upper\ bound)$, maka :

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = (h_1 \times v_1, h_2 \times v_2, h_3 \times v_3, h_4 \times v_4) \quad (3.1)$$

dimana x_1, x_2, x_3, x_4 adalah bilangan fuzzy dari *atribut rating*, h_1, h_2, h_3, h_4 adalah bilangan fuzzy dari *attribute value*, sedangkan v_1, v_2, v_3, v_4 adalah bilangan fuzzy bobot penting atribut.

3.5.3.4 Defuzzifikasi *Attribute Rating*

Bilangan krisp *attribute rating* diperlukan untuk menentukan bobot PBF. Rumus (2.4) digunakan untuk memperoleh bilangan krisp dari *attribute rating*. Rumus konversi krisp ini seperti dalam (Vats *et al.*, 2014).

3.5.3.5 Menentukan Bobot PBF

Misal S adalah nilai dari *attribute rating*, bobot PBF dihitung menggunakan rumus (3.2).

$$\mathcal{F} = S_1 \vee S_2 \vee S_3 \vee S_4 \vee \dots \vee S_n \quad (3.2)$$

dimana n jumlah total atribut PBF dan \mathcal{F} bobot PBF.

3.5.3.6 Menentukan *Suspicious* PBF

Dalam penelitian ini PBF *rating* ini diusulkan untuk mitigasi *suspicious* PBF. Pakar dari perusahaan / bank yang menggunakan metode ini diminta menentukan nilai *threshold* yang menentukan bobot PBF yang diperoleh sebagai fraud atau bukan. Sebagai contoh, dalam bank yang menjadi objek penelitian ini, pakar menentukan bahwa yang masuk kategori fraud adalah PBF yang bobotnya lebih besar dari 0.4. Oleh karena itu, bobot PBF yang bernilai diatas 0.4

diidentifikasi sebagai fraud, sedangkan yang bobot PBF dibawah 0.4 dianggap bukan fraud. PBF *rating* dalam penelitian ini ditunjukkan dalam Tabel 3.20.

Dalam penelitian ini, penentuan bobot PBF sebagai *suspicious* PBF atau tidak ditentukan berdasarkan *threshold*. Penentuan *threshold* ini dilakukan menggunakan kurva ROC berdasarkan pada bobot PBF terhadap *case* yang melanggar SOP dalam data *training*. Pemilihan nilai *threshold* ditentukan berdasarkan sensitivitas, spesifisitas dan akurasi. Dari data tersebut nilai 0,291 dipilih sebagai *threshold*, sehingga bobot PBF yang diatas 0,291 ditentukan sebagai *suspicious* PBF, sedangkan yang lebih kecil atau sama ditetapkan sebagai bukan *suspicious* PBF.

Tabel 3.20 PBF *rating*

Linguistik variabel	Rating
Sangat yakin fraud	0.76 -1
Yakin fraud	0.61 - 0.75
Fraud	0.41 - 0.6
Antara fraud & tidak fraud	0.26- 0.40
Tidak fraud	0.01 - 0.25

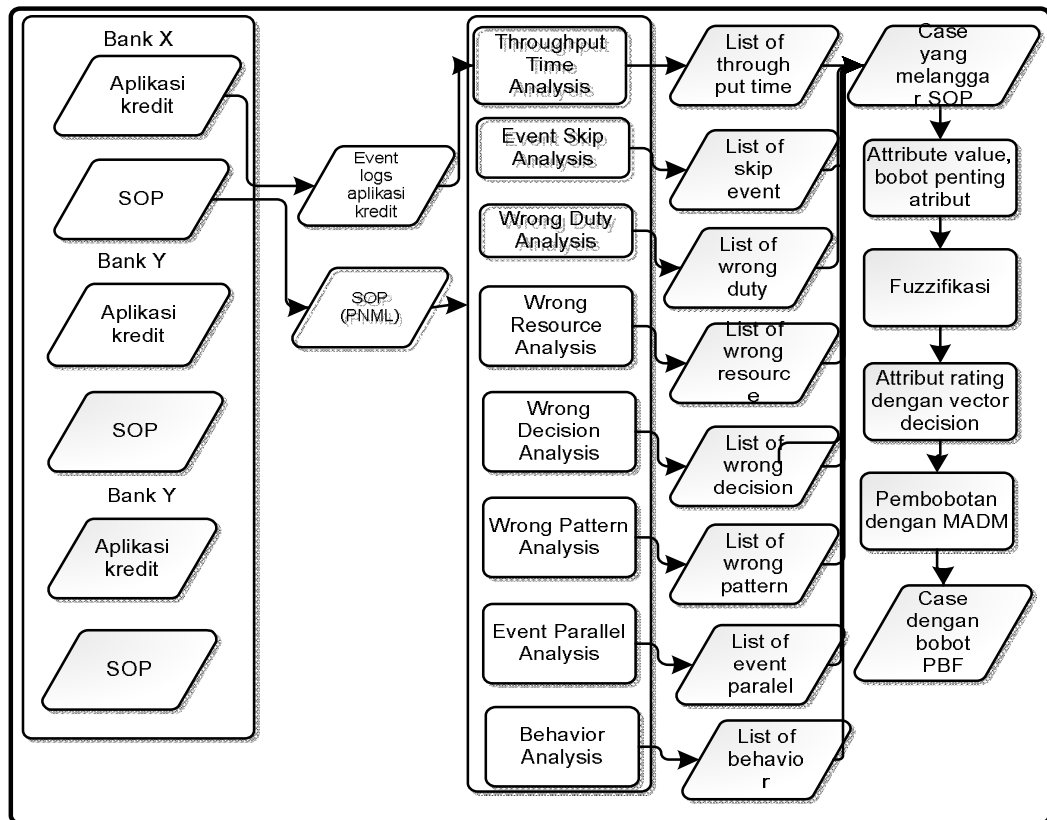
Tabel 3.20 menunjukkan PBF *rating* yang dibuat oleh pakar dalam mitigasi PBF dalam aplikasi kredit. *Rating* tersebut disusun secara subyektif oleh pakar anti fraud dalam objek penelitian ini, dan rating tersebut dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi PBF. Namun perubahan PBF *rating* tersebut hanya dilakukan oleh pakar fraud. Dalam penelitian ini, bobot PBF yang lebih besar dari 0,4 ditetapkan sebagai fraud. Dengan demikian, fraud, yakin fraud dan sangat yakin fraud yang ditetapkan sebagai fraud.

BAB 4

ANALISIS PELANGGARAN SOP DALAM PROSES BISNIS

4.1 Arsitektur Sistem Deteksi PBF

Penelitian ini mengembangkan metode PBF sebelumnya sehingga dapat mendeteksi PBF yang lebih akurat. Dalam sistem deteksi PBF ini masukannya berupa *event logs* aplikasi kredit dan SOP pemberian kredit. Metode deteksi ini akan membandingkan (*conformance*) proses bisnis aplikasi kredit yang sedang berjalan dengan SOP. Gambar 4.1 menunjukkan arsitektur deteksi PBF.

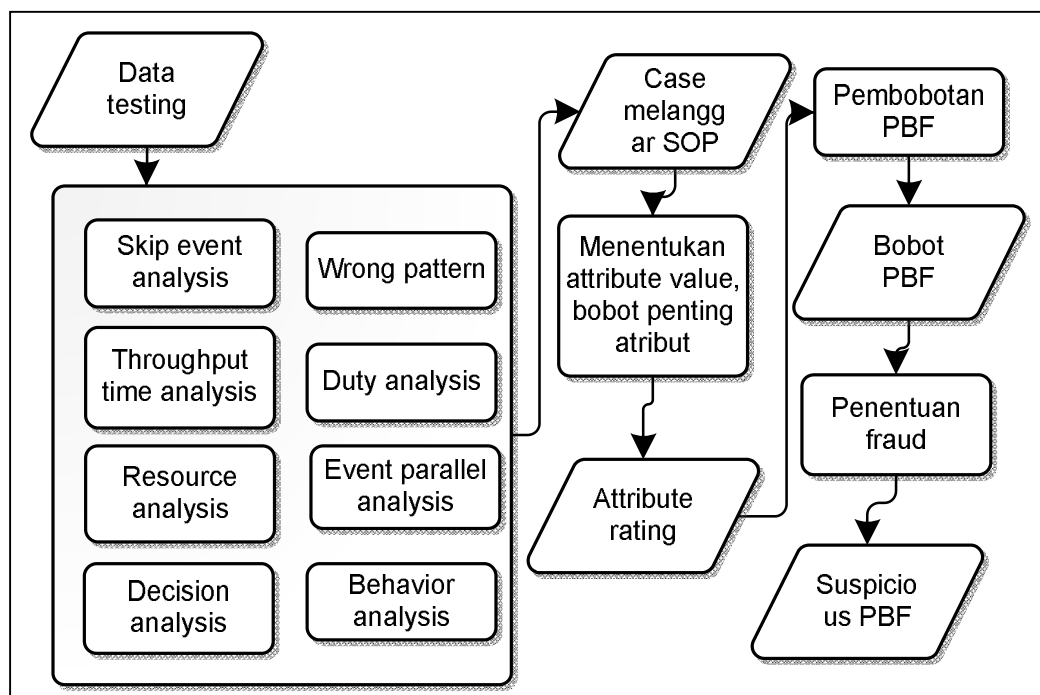


Gambar 4.1 Arsitektur Deteksi PBF

Gambar 4.1 menunjukkan arsitektur deteksi PBF. Aplikasi kredit akan menghasilkan *event logs*. Berdasarkan SOP, metode deteksi PBF ini akan menganalisis proses bisnis dalam *event logs* untuk mengidentifikasi pelanggaran

SOP. Jalannya event yang melanggar SOP diidentifikasi sebagai indikator / atribut PBF. Kemudian, metode deteksi PBF ini akan menghitung bobot PBF dari indikator/atribut PBF tersebut. Berdasarkan *threshold* fraud, metode ini akan menentukan pelanggaran tersebut fraud atau tidak.

Penelitian ini dalam mengidentifikasi *suspicious* PBF menggunakan pendekatan fuzzy. Untuk mengevaluasi metode deteksi ini diusulkan tiga skenario, yaitu deteksi PBF menggunakan metode dalam (Sarno *et al.*, 2015), deteksi PBF menggunakan metode yang diusulkan penelitian ini, dan deteksi PBF menggunakan metode yang diusulkan dalam penelitian ini dengan mengintegrasikan kepatuhan originator. Gambar 4.2 menunjukkan ilustrasi deteksi PBF.



Gambar 4.2 Ilustrasi Deteksi PBF

Pada skenario pertama, metode penggabungan *process mining* dan algoritma ARL (Sarno *et al.*, 2015) dipilih untuk mendeteksi PBF. Kemudian, *event logs* yang sama dianalisis kembali dengan metode deteksi PBF yang diusulkan dalam penelitian ini. Hasil evaluasi kedua metode tersebut akan dibandingkan untuk memperoleh kelebihan/keuntungan metode deteksi PBF yang diusulkan penelitian ini.

4.2 Analisis Pelanggaran SOP

Ada tujuh metode analisis pelanggaran SOP yang digunakan dalam penelitian ini. Enam diantaranya sudah pernah digunakan oleh penelitian sebelumnya (Sarno *et al.*, 2015). Sedang metode *event parallel analysis* diusulkan oleh penelitian ini. Analisis ini dilakukan pada data *testing* yang berjumlah 1147 case. Implementasi metode tersebut sebagai berikut :

1. *Skip Analysis*

Metode ini digunakan untuk menganalisis sebuah proses yang meloncat satu atau lebih *event*, merujuk pada urutan *control flow*. Metode ini mengidentifikasi dua case yang melakukan lompatan event, yaitu pada case 102 dan case 203. Tabel 4.1 menunjukkan case melanggar atribut *skip sequence* dan *skip decision*.

Tabel 4.1 Contoh Pelanggaran *Skip*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par...
201	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
204	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
203	0	1	0.0	0.0	0	0	0	0	1	0	0
214	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
211	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
205	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
102	1	0	0.0	0.0	0	0	0	0	1	0	0
580	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
583	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

Dari Tabel 4.1 dan Gambar 4.3 ditunjukkan bahwa *case* 102 tersebut teridentifikasi satu lompatan *event* yaitu *event* cek_SID. *Event* tersebut termasuk dalam kategori *event sequence*, sehingga lompatan (*skip*) tersebut akan mempengaruhi atribut *skip sequence*. Pelanggaran tersebut dilakukan oleh originator sujarwo. Dalam SOP urutan dari disposisi_analisis adalah event cek_SID, oleh karena event selanjutnya yang dijalankan cek_jenis_kredit, maka case tersebut diidentifikasi melakukan lompatan (*skip*) *event*.

```

<event>
    <string key="concept:name" value="disposisi_analisis"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-
17T10:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
    <string key="Resource" value="Sujarwo"/>
    <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
    <string key="Resource" value="Sujarwo"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="disposisi_analisis"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-
17T15:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
    <string key="Resource" value="Sujarwo"/>
    <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
    <string key="Resource" value="Sujarwo"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="kusnin"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-
18T09:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="kusnin"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-
18T09:25:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>

```

Gambar 4.3 Data case 102, skip sequence

Begitu juga dalam case 203, originator telah melakukan lompatan menjalankan event. Di dalam SOP, urutan jalannya event adalah

cek_kelengkapan_berkas, info_kelengkapan_berkas dan register_berkas. Namun pada *case* tersebut melompati event info_kelengkapan_berkas. Gambar 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 masing-masing menunjukkan contoh data pada *case* 203, *case* 2380 dan *case* 2485.

```

<event>
  <string key="concept.name"
  value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="lifecycle.transition" value="start"/>
  <string key="org.resource" value="enny"/>
  <date key="time.timestamp" value="2013-10- 17T08:30:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="completeDoc" value="false"/>
</event>
<event>
  <string key="concept.name" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
<string key="lifecycle.transition" value="complete"/>
  <string key="org.resource" value="enny"/>
  <date key="time.timestamp" value="2013-10-
  17T09:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="completeDoc" value="false"/>
</event>
<event>
  <string key="concept.name" value="register_berkas"/>
  <string key="lifecycle.transition" value="start"/>
  <string key="org.resource" value="adi"/>
  <date key="time.timestamp" value="2013-10-
  17T09:30:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="Adi"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="Adi"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept.name" value="register_berkas"/>
  <string key="lifecycle.transition" value="complete"/>
  <string key="org.resource" value="adi"/>
  <date key="time.timestamp" value="2013-10- 17T09:45:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="Adi"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="Adi"/>
</event>

```

Gambar 4.4 Data *Case* 203

Pada *case* 102 terjadi lompatan *event sequence*, sedangkan *case* 203, terjadi lompatan pada *event decision*. Keduanya mempengaruhi atribut *skip*

sequence dan *skip decision*. Tabel 4.2 menunjukkan originator yang melakukan skip pada masing-masing case.

Tabel 4.2 Contoh Originator yang Melanggar *Skip*

Case	Fraud Type	Event	Originator
201	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	penerimaan_berkas	samuel
201	Wrong Throughput Time Min (1.0) 1 Minutes	info_kelengkapan_berkas	susanti
201	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	register_berkas	ardian
200	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_kelengkapan_berkas	enny
200	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	register_berkas	ardian
200	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
204	Wrong Throughput Time Max (1.0) 270 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
204	Wrong Throughput Time Max (1.0) 240 Minutes	cek_lokasi_agunan	jajang
204	Wrong Throughput Time Max (1.0) 135 Minutes	validasi_kelurahan	kartono
203	Skip Decision	info_kelengkapan_berkas	enny
203	Wrong Pattern	register_berkas	ardian
214	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
211	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	pengajuan_perikatan_kredit	wartono
205	Wrong Throughput Time Max (1.0) 270 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
102	Skip Sequence	cek_SID	sujarwo
102	Wrong Pattern	cek_jenis_kredit	kusnin

2. Throughput Time Analysis

Metode ini digunakan untuk menganalisis jalannya *event* lebih pendek atau lebih panjang waktunya dibandingkan dengan waktu standar. Sebuah *event* yang dijalankan lebih pendek dibanding waktu toleransi bawah akan mengisi atribut *throughput time min*, sedangkan waktu eksekusi event yang waktunya lebih panjang dibanding waktu toleransi atas akan mempengaruhi atribut *throughput time max*. Metode perhitungan waktu toleransi atas dan waktu toleransi bawah mirip dengan (Sinaga *et al.*, 2015). Nilai tengah sesuai dengan SOP, sedangkan toleransi atas / bawah sama dengan nilai toleransi ditambah nilai *confidence interval*. Tabel 4.3 menunjukkan waktu toleransi setiap *event*.

Sebagai sebuah contoh, pada Tabel 4.4 tersebut menunjukkan bahwa *case* 2380 tersebut telah melanggar *throughput time min* sebanyak satu *event* dan pada *case* 2483 *throughput time max* sebanyak tiga *event*. *Throughput time min* pada *case* 2380 terjadi sewaktu menjalankan *event* *cek_lokasi_usaha*. Eksekusi event tersebut memerlukan waktu 90 menit dengan toleransi bawah 0,57, namun dalam *case* 2380 hanya dilakukan dalam waktu 30 menit. Oleh karena itu, eksekusi *event* *cek_lokasi_usaha* pada *case* 2380 akan mempengaruhi atribut *throughput time min*. Selain itu pada *case* 2485, terjadi waktu eksekusi *event* melebihi waktu

toleransi atas. Event tersebut cek_lokasi_usaha. Tabel 4.5 menjelaskan eksekusi event-event tersebut.

Tabel 4.3 Waktu Toleransi Event

Event	SOP	Mean	CI	Tolerance (SOP - Mea..
penerbitan_surat_pencairan	30.0	31.358695652173914	0.3147508953036357	1.6734465474775497
disposisi_analisis	300.0	312.8978622327791	1.433528890164938	14.331391122944057
register_berkas	15.0	15.512774806892454	0.12693423698171494	0.6397090438741685
cek_SID	20.0	21.78147268408551	0.4685019850650246	2.2499746691505353
cek_jenis_kredit	10.0	10.0	0.0	0.0
cek_lokasi_usaha	90.0	89.96428571428571	0.5328159382379025	0.5685302239521943
cek_lokasi_agunan	60.0	59.67857142857143	0.3795806928293424	0.7010092642579118
validasi_kelurahan	15.0	15.535714285714286	0.5548857217268967	1.090600007441183
validasi_pemda	165.0	163.57142857142858	1.4796952579383962	2.908266686509813
validasi_kantor	165.0	182.7466456195738	5.68378498023031	23.430430599804108
penerimaan_berkas	15.0	14.649643705463182	0.11734851877255746	0.46770481133093752
cek_kelengkapan_berkas	30.0	29.756242568370986	0.0657093129612976	0.3094567445903115
info_kelengkapan_berkas	4.0	4.679108970499699	0.12747435102485274	0.8065833215245514
estimasi_plafond	45.0	40.705707491082045	0.5821953208978706	4.876487829815826
validasi_kelengkapan_berkas	20.0	22.101664684898928	1.2260847699780817	3.3277494548770097
cek_plafon	15.0	22.671029149315885	0.516781152931717	8.187810320247602
cek_overnate	15.0	14.976204640095181	0.025895893481671275	0.0496912533864899
persetujuan_pincab	240.0	221.81545835829837	3.567271744456853	21.75181338615848
persetujuan_direksi	240.0	240.0	0.0	0.0
penerbitan_surat_penolakan	30.0	51.111111111111114	6.1426153894402375	27.253726500551352
pengajuan_perikatan_kredit	180.0	173.51963746223564	2.509567405134447	8.989929942898812
cek_kelengkapan_berkas_adm	30.0	37.54078549848943	0.42954806170737597	7.970333560196803

Tabel 4.4 Pelanggaran Throughput Time

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par...
2291	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
2380	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
2399	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
2470	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
2471	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
2472	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
2485	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
2483	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.5 Originator yang Melanggar SOP pada Case 2480 dan 2485

Case	Fraud Type	Event	Originator
2291	Wrong Throughput Time Max (1.0) 135 Minutes	cek_overnate	endah
2380	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
2399	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
2470	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
2471	Wrong Throughput Time Min (1.0) 15 Minutes	cek_lokasi_agunan	abi
2472	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
2485	Wrong Throughput Time Max (1.0) 270 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
2483	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang

Tabel 4.6 Contoh Pelanggaran *Wrong Resource*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par..
3869	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	1	0
3865	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	1
3860	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3890	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3891	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3918	0	0	2.0	0.0	0	1	0	0	0	0	0
3913	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3934	0	0	0.0	0.0	1	0	0	1	0	0	0
3931	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

```

<string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
<string key="lifecycle:transition" value="start"/>
<string key="org:resource" value="jajang"/>
<date key="time:timestamp" value="2012-05-04T14:30:00.000+07:00"/>
<string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
<string key="Resource" value="jajang"/>
<string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
<string key="Resource" value="jajang"/>
<string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
<string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
<string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
<string key="org:resource" value="jajang"/>
<date key="time:timestamp" value="2012-05-04T15:00:00.000+07:00"/>
<string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
<string key="Resource" value="jajang"/>
<string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
<string key="Resource" value="jajang"/>
<string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>

```

Gambar 4.5 Contoh Data *Case* 2380

3. Resource Analysis

Resource analisis adalah metode yang digunakan untuk menganalisis adanya originator yang menjalankan *event* yang bukan wewenangnya. Pelanggaran terhadap wewenang diakumulasi dalam salah satu atribut PBF *wrong resource*.

```

<event>
    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2012-05-04T14:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2012-05-04T19:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>

```

Gambar 4.6 Data Case 2485

Tabel 4.7 Contoh Originator yang Melakukan *Wrong Resource*

Case	Fraud Type	Event	Originator
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_SID	samuel
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 55 Minutes	validasi_kantor	ratih
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_SID	samuel
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 15 Minutes	validasi_kantor	ratih
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3918	Wrong Duty Sequence	register_berkas	ihwan
3918	Wrong Throughput Time Min (1.0) 50 Minutes	validasi_kantor	ratih
3918	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3913	Wrong Throughput Time Min (1.0) 40 Minutes	validasi_kantor	ratih
3934	Wrong Duty Combine	validasi_kelengkapan_berkas	ihwan
3934	Wrong Resource	validasi_kelengkapan_berkas	ihwan
3931	Wrong Throughput Time Min (1.0) 45 Minutes	validasi_kantor	ratih

Dalam sebuah SOP, menjalankan sebuah *event* harus sesuai dengan level otoritas. Setiap *event* pasti memiliki originator yang berhak menjalankannya. Jika sebuah *event* dieksekusi oleh originator yang salah, akan menghasilkan atribut *wrong resource*. Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 masing-masing menunjukkan originator yang melakukan *wrong resource* dan contoh originator beserta levelnya.

Tabel 4.8 Contoh Originator dan Level

No.	Nama originator	Level
1.	Ardian	Operator
2.	Samuel	Operator
3.	Enny	Operator
4.	Endah	Supervisor
5.	Kusnin	Supervisor
6.	Suwandi	Supervisor
7.	Sujarwo	Authorizer
8.	Kartono	Operator
9.	Ratih	Operator
10.	Jajang	Operator
11.	Ihwan	Operator

4. *Decision Analysis*

Decision analysis dipergunakan untuk menganalisis adanya pelanggaran pengambilan keputusan. Dalam SOP, sebuah *event* harus dieksekusi oleh originator yang memiliki otoritas. Sebagai ilustrasi, plafon kredit lebih dari 1 milyar rupiah harus disetujui oleh direktur. Dalam kasus ini, jika alur *event* lewat alur kepala cabang, itu akan mengisi atribut *wrong decision*.

Dalam case 3869, plafon kredit yang diajukan adalah Rp. 1,300,000,000,-. Sesuai dengan SOP, persetujuan aplikasi kredit tersebut harus dilakukan oleh direksi. Namun dalam case ini alur yang dilewati alur kepala cabang, maka teridentifikasi indikasi atau atribut *wrong decision*. Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 menunjukkan pelanggaran *wrong decision* dan originator yang melakukan.

Tabel 4.9 Contoh *Wrong Decision*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par..
3730	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3749	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3778	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3777	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
3797	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3794	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3801	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3809	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3838	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
3869	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	1	0

Tabel 4.10 Originator yang Melakukan *Wrong Decision*

Case	Fraud Type	Event	Originator
3809	Wrong Throughput Time Min (1.0) 180 Minutes	disposisi_analisis	sujarwo
3809	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_SID	samuel
3838	Wrong Throughput Time Max (1.0) 360 Minutes	disposisi_analisis	sujarwo
3838	Wrong Throughput Time Max (1.0) 40 Minutes	cek_SID	samuel
3838	Wrong Throughput Time Max (1.0) 30 Minutes	cek_jenis_kredit	kusnin
3869	Wrong Decision	cek_overnate	endah
3865	Event Parallel	disposisi_analisis	ardian

5. Segregation of Duty Analysis

Analisis *segregation of duty* digunakan untuk memeriksa adanya penyimpangan dalam pemisahan tugas. Penyimpangan terjadi, jika seorang originator menjalankan dua atau lebih *event* yang berbeda dalam sebuah *case*. Penyimpangan *segregation of duty* berpengaruh pada atribut *wrong duty sequence* atau *wrong duty decision* atau *wrong duty combine*. Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 masing-masing menunjukkan *case* yang melanggar *wrong duty sequence* dan originator yang menjalankan. Contoh data yang melanggar *wrong decision* ditunjukkan oleh Gambar 4.7.

Tabel 4.11 Contoh *Wrong Duty Sequence*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par...
3794	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3801	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3809	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3838	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
3869	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	1	0
3865	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	1
3860	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3890	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3891	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3918	0	0	2.0	0.0	0	1	0	0	0	0	0
3913	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

```

<event>
    <string key="concept:name" value="cek_overnate"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-06-
19T15:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_overnate"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-06-
19T15:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>

```

Gambar 4.7 Data yang *Wrong Decision*

Tabel 4.12 Contoh Originator yang Melakukan *Wrong Duty Sequence*

Case	Fraud Type	Event	Originator
3865	Event Parallel	disposisi_analisis	ardian
3865	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_jenis_kredit	kusnin
3865	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
3865	Wrong Throughput Time Min (1.0) 40 Minutes	cek_lokasi_agunan	jajang
3860	Wrong Throughput Time Max (1.0) 195 Minutes	cek_lokasi_usaha	bowo
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_SID	samuel
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 55 Minutes	validasi_kantor	ratih
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_SID	samuel
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 15 Minutes	validasi_kantor	ratih
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3918	Wrong Duty Sequence	register_berkas	ihwan
3918	Wrong Throughput Time Min (1.0) 50 Minutes	validasi_kantor	ratih
3918	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	estimasi_plafond	kartono

Atribut *wrong duty sequence* teridentifikasi jika ada dua atau lebih *event sequence* dijalankan oleh originator yang sama dalam satu *case*. Pada case 3918, event penerimaan_berkas dan register_berkas dijalankan oleh originator yang sama. Gambar 4.8 menunjukkan *wrong duty sequence* yang terjadi yang dilakukan oleh ihwan.

```

<string key="concept.name" value="3918"/>
  <event>
    <string key="concept.name" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="lifecycle.transition" value="start"/>
    <string key="org.resource" value="ihwan"/>
    <date key="time.timestamp" value="2013-06-
24T08:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="ihwan"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="ihwan"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
  </event>
  <event>
    <string key="concept.name" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="lifecycle.transition" value="complete"/>
    <string key="org.resource" value="ihwan"/>
    <date key="time.timestamp" value="2013-06-24T08:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="ihwan"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="ihwan"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
  </event>
</event>
<event>
  <string key="concept.name" value="register_berkas"/>
  <string key="lifecycle.transition" value="start"/>
  <string key="org.resource" value="ihwan"/>
  <date key="time.timestamp" value="2013-06-24T09:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="ihwan"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="ihwan"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept.name" value="register_berkas"/>
  <string key="lifecycle.transition" value="complete"/>
  <string key="org.resource" value="ihwan"/>
  <date key="time.timestamp" value="2013-06-24T09:15:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="ihwan"/>
  <string key="Activity" value="register_berkas"/>
  <string key="Resource" value="ihwan"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>

```

Gambar 4.8 Contoh *Wrong Duty Sequence*

Dalam data *testing* terdapat *case* yang melanggar *wrong duty decision* dan *case* yang melanggar *wrong duty combine*. Pada *case* 3479 terjadi pelanggaran berupa atribut *wrong duty decision*, sedangkan *case* 3934 melanggar SOP yang berupa *wrong duty combine*. Tabel 4.13 dan Tabel 4.15 masing-masing menunjukkan *case* yang melanggar *wrong duty decision* dan *wrong duty combine*. Pelanggaran *wrong duty* tersebut dilakukan masing-masing oleh joni dan ikhwan.

Tabel 4.14 dan Tabel 4.16 masing-masing menunjukkan originator yang melakukan pelanggaran *wrong duty decision* dan *wrong duty combine*.

Tabel 4.13 Contoh pelanggaran *Wrong Duty Decision*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par..
3301	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3349	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3346	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3350	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3424	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3489	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3483	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
3479	0	0	0.0	0.0	0	0	1	0	0	0	0
3514	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3501	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3552	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.14 Contoh Penjelasan *Wrong Duty Decison*

Case	Fraud Type	Event	Originator
3350	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	penerimaan_berkas	samuel
3350	Wrong Throughput Time Min (1.0) 1 Minutes	info_kelengkapan_berkas	susanti
3350	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	register_berkas	ardian
3424	Wrong Throughput Time Min (1.0) 55 Minutes	validasi_kantor	ratih
3424	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3424	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	validasi_kelengkapan_berkas	endah
3489	Wrong Throughput Time Min (1.0) 15 Minutes	penerbitan_surat_pencairan	wartono
3483	Wrong Throughput Time Max (1.0) 45 Minutes	register_berkas	ardian
3483	Wrong Throughput Time Max (1.0) 50 Minutes	cek_SID	samuel
3483	Wrong Throughput Time Max (1.0) 240 Minutes	validasi_kantor	ratih
3479	Wrong Duty Decision	cek_overrate	joni
3514	Wrong Throughput Time Max (1.0) 390 Minutes	validasi_kantor	ratih
3501	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	penerimaan_berkas	samuel

Tabel 4.15 Contoh pelanggaran *Wrong Duty Combine*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par..
3809	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3838	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
3869	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	1	0
3865	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	1
3860	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
3890	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3891	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3918	0	0	2.0	0.0	0	1	0	0	0	0	0
3913	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
3934	0	0	0.0	0.0	1	0	0	1	0	0	0
3931	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.16 Contoh Penjelasan *Wrong Duty Combine*

Case	Fraud Type	Event	Originator
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_SID	samuel
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 55 Minutes	validasi_kantor	ratih
3890	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	cek_SID	samuel
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 15 Minutes	validasi_kantor	ratih
3891	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3918	Wrong Duty Sequence	register_berkas	ihwan
3918	Wrong Throughput Time Min (1.0) 50 Minutes	validasi_kantor	ratih
3918	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	estimasi_plafond	kartono
3913	Wrong Throughput Time Min (1.0) 40 Minutes	validasi_kantor	ratih
3934	Wrong Duty Combine	validasi_kelengkapan_berkas	ihwan
3934	Wrong Resource	validasi_kelengkapan_berkas	ihwan
3931	Wrong Throughput Time Min (1.0) 45 Minutes	validasi_kantor	ratih

6. Pattern Analysis

Metode analisis ini digunakan untuk menganalisis *flow* dari proses bisnis yang harus sesuai dengan pola model proses bisnis. Pola urutan jalannya *event* yang tidak sesuai dengan SOP diidentifikasi sebagai pelanggaran. Pelanggaran pola berpengaruh pada atribut *wrong pattern*.

Tabel 4.17 Contoh Pelanggaran *Wrong Pattern*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par...
587	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
592	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
593	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	1
597	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
594	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
595	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
598	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
596	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
600	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
677	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
780	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
785	0	0	0.0	0.0	0	0	0	3	0	0	0
2291	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0

Penggunaan metode ini pada data *testing* telah mengidentifikasi beberapa *case* yang melanggar pola dari SOP, diantaranya *case* 785. Pada *case* tersebut teridentifikasi tiga pola urutan *event* yaitu pada event *validasi_pemda*, *validasi_kelurahan* dan *estimasi_plafond*. Originator yang melakukan pelanggaran adalah *ratih* dan *kartono*. *Case* yang melanggar *wrong pattern* ditunjukkan dalam

Tabel 4.17, sedangkan penjelasan tentang pada *event* dan nama originator yang melakukan ditunjukkan dalam Tabel 4.18.

Analisis *pattern* menggunakan pola terstruktur, dimana *wrong pattern* teridentifikasi jika urutan menjalankan event tidak sesuai dengan alur yang ada di dalam SOP. Kejadian *skip* (lompatan) pada sebuah case akan mengakibatkan pola yang berbeda dengan SOP, sehingga sebuah *case* yang melakukan *skip*, akan teridentifikasi juga sebagai *wrong pattern*.

Tabel 4.18 Contoh Originator yang Melakukan *Wrong Pattern*

Case	Fraud Type	Event	Originator
780	Wrong Throughput Time Min (1.0) 2 Minutes	penerimaan_berkas	samuel
780	Wrong Throughput Time Min (1.0) 1 Minutes	info_kelengkapan_berkas	susanti
780	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	register_berkas	ardian
785	Wrong Pattern	validasi_pemda	ratih
785	Wrong Pattern	validasi_kelurahan	kartono
785	Wrong Pattern	estimasi_plafond	kartono
2291	Wrong Throughput Time Max (1.0) 270 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
2291	Wrong Throughput Time Max (1.0) 90 Minutes	cek_lokasi_agunan	abi
2291	Wrong Throughput Time Max (1.0) 135 Minutes	cek_overnate	endah

Tabel 4.19 Contoh Pelanggaran *Event Parallel*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par.
580	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
583	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
587	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
592	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
593	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	1
597	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
594	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
595	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
598	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

7. Event Parallel Analysis

Event parallel analysis dipergunakan untuk menganalisis terjadinya *event* yang dijalankan secara bersamaan dengan *event* yang lain, namun menjalankannya tidak sesuai dengan alur dari SOP. Misalnya ada dua *event* atau lebih dijalankan secara bersamaan, sedangkan SOP mengharuskan dijalankan

secara berurutan, maka eksekusi *event* tersebut dianggap sebagai indikasi/atribut *event parallel*. Tabel 4.19 menunjukkan contoh pelanggaran *event parallel*.

Tabel 4.20 Penjelasan *Event Parallel*

Case	Fraud Type	Event	Originator
102	Skip Sequence	cek_SID	sujarwo
102	Wrong Pattern	cek_jenis_kredit	kusnin
580	Wrong Throughput Time Min (1.0) 15 Minutes	cek_kelengkapan_berkas	enny
580	Wrong Throughput Time Min (1.0) 240 Minutes	disposisi_analisis	sujarwo
580	Wrong Throughput Time Min (1.0) 10 Minutes	cek_SID	samuel
583	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	penerimaan_berkas	samuel
583	Wrong Throughput Time Min (1.0) 1 Minutes	info_kelengkapan_berkas	susanti
583	Wrong Throughput Time Min (1.0) 5 Minutes	register_berkas	ardian
587	Wrong Throughput Time Min (1.0) 1 Minutes	cek_SID	samuel
587	Wrong Throughput Time Min (1.0) 30 Minutes	cek_lokasi_usaha	jajang
587	Wrong Throughput Time Min (1.0) 15 Minutes	cek_lokasi_agunan	jajang
592	Wrong Throughput Time Min (1.0) 45 Minutes	validasi_kantor	ratih
593	Event Parallel	cek_kelengkapan_berkas	samuel
593	Wrong Throughput Time Min (1.0) 20 Minutes	validasi_kantor	ratih
597	Wrong Throughput Time Min (1.0) 45 Minutes	validasi_kantor	ratih

```

<event>
    <string key="concept:name" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="samuel"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-01-22T08:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="enny"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-01-22T08:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="enny"/>
    <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="enny"/>
    <string key="completeDoc" value="true"/>
</event>

```

Gambar 4.9 Data *Event Parallel*

Dari Tabel 4.20, *case* 593 teridentifikasi melanggar SOP dengan menjalankan *event* penerimaan berkas dan *cek_kelengkapan* berkas secara bersamaan. Karena tidak sesuai dengan alur SOP, maka *case* 593 teridentifikasi sebagai *event parallel*. Gambar 4.9 menunjukkan bagian dari *case* 593 yang melanggar *event parallel*.

4.3 Fuzzifikasi *Attribute Value* dan Bobot Penting Atribut

Dari analisis pada data *testing* teridentifikasi 102 *case* melanggar SOP, dan sebelas indikasi/atribut PBF. Untuk memperoleh bobot PBF, akan dilakukan pembobotan *attribute value* dan bobot penting atributnya. *Attribute value* dalam penelitian ini berupa tiga keanggotaan fuzzy yaitu *low*, *middle* dan *high*. Nilai fuzzy dari masing-masing keanggotaan *attribute value* pada setiap atribut ditentukan berdasarkan data *training*. Gambar 3.2 menunjukkan contoh fungsi keanggotaan *attribute value*.

Dalam penelitian ini, teridentifikasi sebelas indikator/atribut PBF, sehingga diperlukan sebelas fungsi keanggotaan atribut. Fungsi tersebut digunakan untuk mengubah jumlah pelanggaran ke dalam *attribute value* yang berupa fuzzy. Pelanggaran SOP yang berupa waktu eksekusi *event* akan dikonversi ke fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan atribut *throughput time max* atau *throughput time min*. Pelanggaran SOP yang berupa kesalahan dalam menentukan keputusan, akan dikonversi menggunakan fungsi keanggotaan *wrong decision*. Begitu juga atribut *wrong pattern*, *event parallel*, dan *wrong resource*. Sampai pada tahap ini, *attribute value* masing masing atribut PBF sudah sudah dalam bentuk fuzzy.

Untuk menentukan bobot PBF, diperlukan *attribute value* dan bobot penting atribut. Misalnya dalam sebuah *case* 3865 teridentifikasi atribut *event parallel*. Penentuan bobot penting atribut dari *event parallel* dilakukan dengan merujuk pada Tabel 3.7. Dari Tabel 3.7 ditunjukkan bahwa atribut *event parallel* tersebut memiliki bobot *important*. Pada tahap ini, sudah teridentifikasi *attribute value* dan bobot penting atribut dari setiap *case* yang melanggar SOP.

4.4 Menghitung *Attribute Rating*

Attribute value menggambarkan besarnya pelanggaran SOP, sedangkan bobot penting atribut menunjukkan tingkat pentingnya sebuah atribut dibanding atribut lainnya. *Attribute rating* digunakan untuk mengukur bobot pelanggaran dari sebuah indikator/atribut PBF. Nilai *attribute rating* diperoleh dengan mencari nilai *lower*, *middle*, *upper* dari *attribute value* dengan bobot penting atribut. *Attribute rating* ini menunjukkan bobot pelanggaran dari sebuah atribut PBF. Untuk menghitung *attribute rating* menggunakan rumus (3.1).

4.5 Defuzzifikasi *Attribute Rating*

Bilangan krisp dari *attribute rating* diperlukan untuk menentukan bobot PBF. Rumus (2.4) digunakan untuk memperoleh bilangan krisp dari sebuah bilangan fuzzy. Rumus konversi krisp ini sama seperti dalam penelitian (Vats *et al.*, 2014).

4.6 Menghitung Bobot PBF

Bobot PBF diperoleh berdasarkan *attribute rating* dari setiap *case* yang melanggar SOP. Untuk menentukan bobot PBF ini digunakan Rumus (3.3). Misalnya, sebuah *case* teridentifikasi pelanggaran *wrong resource* dan *event parallel*, maka penentuan bobot PBF menggunakan Rumus (3.3).

4.7 Penentuan *Suspicious* PBF

Dalam evaluasi metode ini, pakar memberikan bobot PBF pada masing-masing *case* yang melanggar SOP secara subyektif. Dalam implementasinya, penelitian ini mengusulkan PBF *rating* untuk mitigasi PBF. Namun, dalam penelitian ini penentuan bobot PBF sebagai fraud atau tidak ditentukan berdasarkan nilai *threshold*. Pendapat pakar dalam menentukan *rating* ini seperti digunakan dalam (Vats *et al.*, 2014).

Dalam penelitian ini, pakar berpendapat bahwa bobot PBF dalam sebuah *case* ditentukan sebagai fraud jika bobot tersebut lebih besar atau sama dengan 0,4, sedangkan yang kurang dari 0,4 sebagai tidak fraud. Merujuk pada Tabel 3.19

tersebut, 102 case yang teridentifikasi melanggar SOP dapat ditentukan sebagai fraud atau tidak fraud dari sisi pakar. Dengan nilai batas 0,4 pakar mengidentifikasi 49 case sebagai fraud dan 53 case sebagai bukan fraud.

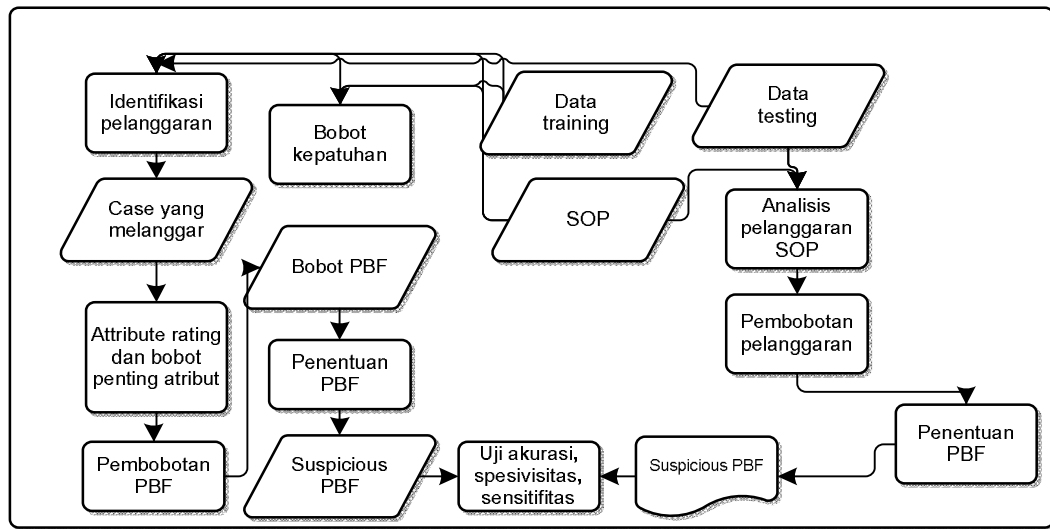
Disisi lain, penentuan *suspicious* PBF oleh sistem ini ditentukan berdasarkan nilai *threshold*, 0,291, yang ditetapkan berdasarkan kurva ROC. Jika bobot PBF melebihi *threshold*, case tersebut ditetapkan sebagai *suspicious PBF*. Namun jika sama atau lebih kecil dibanding *threshold*, dianggap bukan *suspicious PBF*. Dari 102 case yang melanggar SOP, metode ini dapat mengidentifikasi 46 case sebagai fraud dan 56 case sebagai bukan fraud.

4.8 Evaluasi Metode

Evaluasi metode ini, dilakukan dengan menganalisis data *testing* menggunakan dua metode deteksi PBF. Pertama, mendeteksi PBF menggunakan metode penggabungan ARL dan *process mining* (Sarno *et al.*, 2015). Kedua, mendeteksi PBF menggunakan metode yang diusulkan penelitian ini. Evaluasi metode dilakukan untuk mengidentifikasi keuntungan metode deteksi yang diusulkan penelitian ini. Tahapan evaluasi metode ditunjukkan Gambar 4.10.

Analisis terhadap data *testing* menghasilkan 102 *case* yang melanggar SOP. Dari *case-case* tersebut teridentifikasi 11 atribut PBF dengan jumlah indikasi/atribut yang berbeda pada setiap *case*. Sebagai contoh, dalam case 201 teridentifikasi satu atribut yaitu *throughput time min*. Sedangkan case 203 teridentifikasi dua atribut yaitu *skip decision* dan *wrong pattern*. Begitu juga pada case 204 melanggar SOP yang berupa *throughput time max*.

Dari 102 case tersebut selain jenis indikasi/atribut, jumlah pelanggaran juga berbeda. Pada case 201 terjadi pelanggaran tiga event pada satu atribut *throughput time min*. Sedangkan pada 203 terjadi pelanggaran sekali masing-masing pada atribut *skip decision* dan *wrong pattern*. Disisi lain, para pakar menganalisis 102 case yang melanggar SOP tersebut dan memberi bobot fraud secara subyektif. Evaluasi akurasi, sensitivitas dan spesifisitas masing-masing menggunakan rumus (4.1), rumus (4.2) dan rumus (4.3).



Gambar 4.10 Proses Evaluasi

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (4.1)$$

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4.2)$$

$$Spesifisitas = \frac{TN}{TN+FP} \quad (4.3)$$

4.9 Hasil Evaluasi dan Diskusi

Metode gabungan ARL dan *process mining* dan metode yang diusulkan penelitian ini menganalisis penyimpangan SOP menggunakan metode *skip analysis*, *throughput time analysis*, *wrong resource analysis*, *wrong duty analysis*, *pattern analysis* dan *events parallel analysis*. Kedua metode tersebut menentukan fraud menggunakan metode yang berbeda. Metode ARL dan *process mining* menentukan fraud berdasarkan rule yang ditentukan. Metode tersebut menetapkan indikator/atribut yang sesuai dengan rule fraud akan diidentifikasi sebagai suspicious fraud. Metode yang diusulkan dalam penelitian ini akan menentukan *attribute value*, bobot penting atribut, *attribute rating* berdasarkan indikator/atribut PBF yang teridentifikasi. Kemudian menggunakan metode MADM, metode ini menetapkan bobot fraud dan menentukan *case* tersebut merupakan fraud atau tidak. Di sisi lain pakar juga menganalisis pelanggaran SOP

dan memberi bobot PBF sesuai dengan metode dan pengalaman mereka secara subyektif. Tabel 4.21 menunjukkan contoh pelanggaran dari data *testing*.

Tabel 4.21 Contoh Pelanggaran dari Data *Testing*

Case	SkipS	SkipD	Tmin	Tmax	WResource	WdutyS	WdutyD	WdutyC	WPattern	Wdecision	Event Par...
201	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
204	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
203	0	1	0.0	0.0	0	0	0	0	1	0	0
214	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
211	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
205	0	0	0.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0
102	1	0	0.0	0.0	0	0	0	0	1	0	0
580	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
583	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
587	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
592	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
593	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	1
597	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
594	0	0	0.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
595	0	0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
598	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0
596	0	0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0

Receiver Operating Characteristic (ROC) digunakan untuk mengukur akurasi metode deteksi PBF. Framework mengukur akurasi dengan mempertimbangkan TP (*True Positive*), TN (*True Negative*), FP (*False Positive*) dan FN (*False Negative*). TP menunjukkan pakar dan metode ini menghasilkan keputusan yang sama bahwa *case* tersebut fraud. TN menunjukkan pakar dan metode menghasilkan keputusan bahwa *case* tersebut tidak fraud. Jika pakar menetapkan sebagai fraud, sedangkan metode ini bukan fraud, berarti FN. Dan jika pakar menentukan bukan fraud sedangkan metode ini menentukan sebagai fraud berarti FP.

4.9.1 Evaluasi Metode Deteksi PBF dengan Penggabungan *Process Mining* dengan ARL (Sarno *et al*, 2015)

Dalam evaluasi yang dilakukan terhadap data *testing* ini, metode analisis mengidentifikasi 102 *case* melanggar SOP. Metode ini akan melakukan pembobotan terhadap pelanggaran tersebut. Metode tersebut memberi bobot pelanggaran SOP dengan nilai satu. Dalam menentukan fraud atau bukan, metode ini menganalisis pelanggaran menggunakan rule fraud. Metode tersebut

menetapkan pelanggaran yang sesuai dengan rule fraud diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF.

Disisi lain, ahli menggunakan pengalaman mereka menganalisis 102 case yang melanggar SOP tersebut. Mereka memberi bobot *suspicious* PBF pada masing-masing *case* dengan bobot diantara [0 – 1], dimana 0 adalah bukan fraud sedangkan 1 adalah fraud. Sebuah fraud terdiri dari tiga unsur yaitu niat, perbuatan dan kerugian. Metode penggabungan ARL & *process mining*, dan metode yang diusulkan penelitian ini belum menjangkau niat pelaku fraud. Namun ahli dengan pengalaman yang mereka miliki dapat memasukkan unsur niat pelaku dalam memberikan bobot fraud.

Dalam penentuan sebuah bobot PBF sebagai fraud atau tidak, pakar menentukan *threshold* . Pakar pada objek penelitian ini menentukan *threshold* 0,4. Sehingga bobot PBF yang mereka berikan lebih kecil dari 0,4 dianggap *case* tersebut bukan fraud. Sebaliknya *case* yang diberi bobot PBF lebih besar atau sama dengan *threshold* ditentukan sebagai fraud. Hasil evaluasi metode ARL dan *process mining* ditunjukkan dalam Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil Evaluasi Metode dengan ARL dan *Process Mining*

Metode	Variabel ROC				Akurasi	Sensi vitas	Spesifi Sitas
	True Positive	False Positive	False Negative	True Negative			
ARL dan <i>process mining</i>	49	53	0	1045	0,95	1	0,95

Dari diskusi dengan pakar, *False-Positive* terjadi disebabkan oleh adanya perbedaan dalam penentuan bobot *suspicious* PBF. Sistem ARL dan *process mining* ketika mengidentifikasi *case* melanggar SOP dan pelanggaran tersebut sesuai dengan rule fraud yang didefinisikan, *case* tersebut diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF. Disisi lain, pakar mempertimbangkan variabel lain selain pelanggaran dalam mengidentifikasi PBF. Perbedaan penilaian tersebut menjadi penyebab terjadinya *False-Positive* dalam evaluasi ini. Untuk mengukur kinerja

metode tersebut, dilakukan pengukuran akurasi, sensitivitas dan spesifisitas terhadap metode penggabungan *process mining* dan ARL (Sarno *et al.*, 2015).

4.9.2 Evaluasi Metode Deteksi PBF yang Diusulkan

Pada skenario yang kedua, menentukan bobot *suspicious* PBF menggunakan pendekatan fuzzy. Implementasi pendekatan ini dimulai dari analisis pelanggaran SOP sampai menentukan bobot PBF. Pendekatan fuzzy yang diusulkan ini mempertimbangkan jumlah pelanggaran dan bobot penting atribut dalam penentuan bobot PBF. Penelitian ini menentukan *threshold* menggunakan kurva ROC. Nilai *threshold* yang diperoleh 0,291. Dengan demikian, bobot PBF yang lebih kecil atau sama 0,291 ditetapkan sebagai bukan fraud, sedangkan bobot PBF yang lebih besar dari 0,291 ditetapkan sebagai fraud.

Metode deteksi PBF ini mengusulkan pemberian bobot yang berbeda pada setiap indikasi/atribut dengan mempertimbangkan jumlah pelanggaran/*attribute value* dan bobot penting atribut. Sebagai sebuah contoh, bobot PBF pada case 200 dan 677. Pelanggaran yang terjadi pada case 200 dan 677 dikonversi menjadi *attribute value*. Menggunakan fungsi keanggotaan *attribute value* pada indikator/atribut *throughput time min*, maka atribut *throughput time min* pada case 200 dan case 677 masing-masing *high* dan *low*. Merujuk ke Tabel 3.6 diperoleh bahwa atribut *throughput time min* memiliki bobot penting atribut *important*. Menggunakan rumus 3.1, dan rumus 3.2 diperoleh bahwa bobot PBF case 200 dan 677 masing-masing 0,878 dan 0,228. Merujuk ke *threshold* fraud, maka ditentukan bahwa case 200 (0,878) ditetapkan sebagai *suspicious* PBF, sedangkan 677 (0,228) ditetapkan sebagai bukan *suspicious* PBF.

Selain itu, ada case yang melanggar satu pelanggaran pada satu atribut, namun metode ini dan pakar memberikan bobot yang sama pada case tersebut. Salah satunya pada case 102, dimana pada case tersebut terjadi lompatan pada event cek_SID (*event sequence*). Karena cek_SID termasuk event sequence, maka case 102 teridentifikasi sebagai atribut *skip sequence*. Oleh karena dalam data *training* kejadian *skip sequence* hanya terjadi sekali dalam satu case, maka *attribute value* dari lompatan ditentukan sebagai *high*. Dan merujuk ke Tabel

3.17, bobot penting atribut *skip sequence* adalah *very important*. Menggunakan rumus (3.2) dan rumus (3.3) diperoleh bahwa bobot PBF dari case 102 tersebut bernilai satu. Di sisi lain, pakar juga memberikan bobot 0,8 pada case 102 tersebut. Merujuk ke *threshold* fraud, maka pakar dan metode menentukan bahwa case 102 adalah fraud. Rincian bobot PBF 102 case yang diberikan oleh pakar dan metode ini ditunjukkan dalam Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Pembobotan PBF oleh Pakar dan Metode ini

Case	Skip sequence	Skip decision	Throughput time min	Throughput time max	Wrong resource	Wrong duty sequence	Wrong duty decision	Wrong duty combine	Wrong pattern	Wrong decision	Event parallel	Metode	Pakar
102	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,8
200	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
201	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,3
203	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,7
204	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
205	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,1
211	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,1
214	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
580	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,7
583	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,3
587	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
592	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
593	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,228	0,2
594	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
595	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,3
596	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
597	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
598	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
600	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
677	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
780	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,3
785	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
2291	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
2380	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,1
2399	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,1
2470	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
2471	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2

2472	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
2481	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
2483	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
2485	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
2491	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
2493	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
2688	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
2691	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
2898	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3016	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3023	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3070	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3088	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3092	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3093	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,1
3106	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3111	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3114	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,1
3121	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3139	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3146	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0,878	0,7
3149	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3162	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3166	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,3
3172	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3174	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3177	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3235	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3238	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3274	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3279	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3291	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3301	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3316	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3318	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3346	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3349	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3350	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,2
3424	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3479	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1,00	0,8
3483	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3489	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3501	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,3

3514	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3540	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3552	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3616	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3620	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3644	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3676	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,2
3679	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3711	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3726	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3730	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3733	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3738	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3749	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3777	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3778	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3794	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3797	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3801	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3809	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3838	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3860	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6
3865	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0,878	0,85
3869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,878	0,7
3890	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3891	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,878	0,8
3913	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3918	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1,00	0,7
3931	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,2
3934	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1,00	0,7
3954	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,228	0,6

Tabel 4.23 menunjukkan pemberian bobot PBF oleh pakar dan metode yang diusulkan penelitian ini. Dalam pengukuran akurasi, sensitivitas dan spesifitas, bobot PBF dikonversi menjadi fraud atau tidak menggunakan *threshold* masing-masing. *Threshold* metode ini dan pakar masing-masing 0,291 dan 0,4. Hasil konversi tersebut akan menunjukkan sebuah *case* termasuk fraud atau tidak, dimana positive (P) menunjukkan kalau *case* tersebut fraud, sedangkan negative (N) berarti bukan fraud. Tabel 4.24 menunjukkan hasil konversi tersebut.

Tabel 4.24 Pembobotan Sistem dan Pakar dalam Fraud atau Tidak

Case	Skip sequence	Skip decision	Throughput time min	Throughput time max	Wrong resource	Wrong duty sequence	Wrong duty decision	Wrong duty combine	Wrong pattern	Wrong decision	Event parallel	Metode	Pakar
102	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	P	P
200	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
201	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	N
203	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	P	P
204	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
205	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
211	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
214	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
580	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
583	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	N
587	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
592	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
593	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	N	N
594	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
595	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	N
596	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
597	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
598	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
600	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
677	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
780	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	N
785	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
2291	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
2380	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2399	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2470	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2471	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2472	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2481	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
2483	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
2485	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2491	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2493	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	P
2688	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2691	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
2898	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N

3000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3016	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3023	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3070	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3088	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3092	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3093	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3106	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3111	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3114	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3121	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3139	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3146	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	P	P
3149	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3162	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3166	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	N
3172	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3174	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3177	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3235	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3238	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3274	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3279	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3291	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3301	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3316	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3318	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3346	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3349	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3350	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	N
3424	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3479	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	P	P
3483	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3489	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3501	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	N
3514	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3540	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3552	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3616	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3620	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3644	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3676	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	N
3679	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3711	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P

3726	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3730	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3733	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3738	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3749	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3777	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3778	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3794	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3797	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3801	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3809	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3838	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3860	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	P
3865	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	P	P
3869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	P	P
3890	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3891	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	P	P
3913	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3918	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	P	P
3931	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	N	N
3934	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	P	P
3954	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	P

Tabel 4.25 Pembobotan PBF oleh Pakar dan Metode yang Diusulkan

No.	Case ID	Jenis Atribut	Jumlah	Bobot Metode	Bobot Pakar
1	201	Throughput time min	3	0,878	0,3
2	205	Throughput time max	1	0,228	0,1
3	211	Throughput time min	1	0,228	0,1
4	214	Throughput time min	1	0,228	0,2
5	211	Throughput time min	1	0,228	0,1
6	583	Throughput time min	3	0,878	0,3
7	592	Throughput time min	1	0,228	0,2
8	593	Throughput time min	1	0,228	0,2
9	595	Throughput time min	3	0,878	0,3

Evaluasi hasil deteksi *suspicious* PBF dengan metode ini menghasilkan 38 *case* sebagai *True-Positive*, dimana metode dan pakar mengidentifikasi pelanggaran *case* sebagai *suspicious* PBF. Selanjutnya, 1090 *case* sebagai *True-Negative*, berarti metode ini dan pakar mengidentifikasi *case* tersebut bukan *suspicious* PBF. Kemudian, 8 *case* sebagai *False-Positive*, berarti metode ini

mendeteksi *case* tersebut sebagai *suspicious* PBF, sedang pakar menganggap bukan. Terakhir, 11 *case* sebagai *False-Negative*, berarti metode ini menganggap *case* tersebut bukan *suspicious* PBF, sedangkan pakar menganggap *suspicious* PBF. Menggunakan rumus (4.1), (4.2) dan rumus (4.3) metode ini memiliki akurasi 0.98, sensitivitas 0.77 dan spesifisitas 0.99. Hasil evaluasi metode deteksi PBF ini ditunjukkan dalam Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Hasil Evaluasi Metode yang Diusulkan

Metode	Variabel ROC				Akurasi	Sensi vitas	Spesifi Sitas
	True Positive	False Postive	False Negative	True Negative			
Fuzzy	38	8	11	1090	0.98	0.77	0.99

Dalam Tabel 4.23 ditunjukkan bahwa bobot PBF yang diberikan oleh metode ini dan pakar mendekati sama. Bobot PBF dikonversi dengan *threshold* masing-masing, 0,291 dan 0,4, maka dalam contoh dalam Tabel 4.25 *False-Positive* tinggal satu, yaitu *case* 595. Dengan demikian, metode deteksi PBF yang diusulkan ini dapat mengurangi *False-Positive*.

Table 4.27 Hasil Perbandingan Evaluasi Metode dalam (Sarno et al, 2015) dengan Metode yang Diusulkan

Metode	Variabel ROC				Akurasi	Sensi vitas	Spesifi Sitas
	True Positive	False Postive	False Negative	True Negative			
ARL dan <i>Process Mining</i>	49	53	0	1045	0,95	1	0,95
Metode Diusulkan	38	8	11	1090	0,98	0,77	0,99

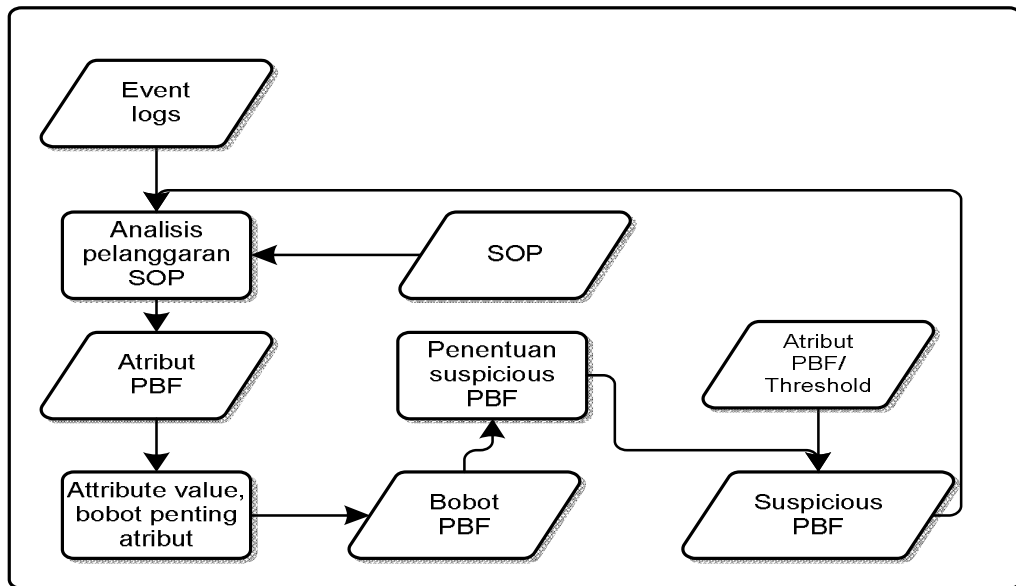
Tabel 4.27 menunjukkan bahwa metode deteksi PBF yang diusulkan dapat mengurangi *False-Positive*. Pengurangan *False-Positive* disebabkan metode ini dapat mendeteksi pelanggaran SOP yang berupa pelanggaran ringan. Nilai sensitivitas pada metode fuzzy lebih kecil dibanding metode ARL dan *process mining*. Penurunan tersebut disebabkan pakar mempertimbangkan bobot

kepatuhan originator dalam memberi bobot PBF. Metode deteksi PBF yang diusulkan ini mencapai akurasi lebih baik 0.03 dibanding metode sebelumnya (Sarno, *et al.*, 2015).

4.9.3 Model *Process-based Fraud*

Process-based Fraud (PBF) merupakan fraud yang ditimbulkan oleh adanya proses yang melanggar proses bisnis. Untuk mengenali PBF dalam sebuah proses bisnis diperlukan proses analisis jalannya *event*, identifikasi atribut dan bobot pelanggaran. Proses analisis tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi adanya *suspicious* PBF dalam sebuah proses bisnis.

Dalam penentuan *suspicious* PBF diperlukan ketepatan metode analisis proses bisnis. Ketelitian dalam menganalisis pelanggaran SOP dan metode pembobotan PBF menentukan akurasi deteksi *suspicious* PBF. Pembobotan PBF diperlukan untuk menentukan bobot pelanggaran SOP yang terjadi. Nilai *threshold* diperlukan untuk menentukan bobot PBF merupakan *suspicious* PBF atau bukan. Gambar 4.11 menunjukkan model identifikasi PBF.



Gambar 4.11 Model Identifikasi *Suspicious* PBF

BAB 5

MODEL KEPATUHAN ORIGINATOR DAN PROCESS-BASED FRAUD

Penggunaan *attribute value* dan bobot penting atribut dengan pendekatan fuzzy terbukti dapat mengurangi nilai *false positive* dalam deteksi *suspicious* PBF. Pengurangan tersebut disebabkan oleh kemampuan mendeteksi pelanggaran dalam bentuk pelanggaran ringan. Penggunaan fuzzy MADM dapat mengidentifikasi bahwa pelanggaran SOP belum tentu *suspicious* PBF.

5.1 *Process Mining* : *Discovery* Model Kepatuhan Originator

Sebuah pelanggaran ringan tidak dianggap sebagai *suspicious* PBF. Padahal, dalam kenyataannya ada kemungkinan pelanggaran ringan diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF oleh pakar. Pelanggaran ringan yang dilakukan oleh originator yang kepatuhannya kurang baik (originator adalah user yang menjalankan event) diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF oleh pakar. Sebaliknya, pelanggaran sedang yang dijalankan oleh originator yang sangat baik tidak diidentifikasi sebagai *suspicious* PBF. Disini, pakar dalam menentukan *suspicious* PBF tidak hanya berdasar pada *attribute value* dan bobot penting atribut saja.

Terdapat tiga bentuk *process mining* yaitu *discovery*, *conformance* dan *enhancement*. Metode deteksi PBF yang diusulkan yaitu *skip analysis*, *throughput time analysis*, *wrong resource analysis*, *wrong duty analysis*, *wrong decision analysis* dan *event parallel analysis* merupakan pengembangan penelitian *conformance*. Penelitian ini akan melakukan penelitian *process mining* dalam bentuk lain yaitu *discovery*. *Discovery* dilakukan dengan menggali kembali informasi dalam *event logs* untuk memperoleh pengetahuan baru yang dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi deteksi *suspicious* PBF.

Penelitian ini menganalisis proses bisnis aplikasi kredit. Metode tersebut menganalisis proses bisnis dibandingkan dengan SOP. Hasil analisis tersebut menjadi dasar *discovery* untuk menemukan model kepatuhan originator terhadap

SOP. Metode-metode analisis yang sudah ada (Jans *et al.*, 2011; Stoop, 2012; Dewandono, 2013; Sarno *et al.*, 2015; Sinaga *et al.*, 2015) tidak dapat digunakan untuk memperoleh bobot kepatuhan originator tersebut.

Dari objek penelitian, diperoleh informasi bahwa penilaian kepatuhan dilakukan oleh pimpinan dilakukan setiap tahun sekali. Pada periode tersebut pimpinan yang sekaligus berperan sebagai pakar, menilai kepatuhan originator berdasarkan pengalaman dan pengamatan mereka. Sebagai contoh, originator yang awal tahun kepatuhannya dinilai tidak baik oleh pimpinan dapat berubah menjadi baik pada penilaian tahun berikutnya. Penilain tersebut biasanya cenderung subjektif. Penelitian ini akan merancang model kepatuhan berbasis riwayat sehingga dapat menilai kepatuhan originator secara obyektif.

Data tentang jalannya *event* dalam sebuah proses bisnis akan disimpan di dalam *event logs*. Dalam *proses mining*, urutan originator dalam mengeksekusi *event* dapat dianalisis untuk memperoleh bobot relasi antara originator (Aalst *et al.*, 2005). Dalam penelitian ini rumus tersebut akan digunakan untuk mengidentifikasi besarnya pengaruh kepatuhan originator terhadap originator lainnya yang memiliki bobot minimal sesuai *threshold*. Dari *testing*, nilai *threshold* di tentukan berdasarkan nilai rata-rata bobot relasi dari semua relasi yang terbentuk. Memang metode rata-rata ini bukan yang terbaik, namun metode ini dapat dipakai untuk keperluan seperti ini (Li *et al.*, 2013; Lu *et al.*, 2013).

Kepatuhan originator akan berpengaruh terhadap originator lainnya yang memiliki bobot relasi sama atau lebih besar dari *threshold*. Dengan demikian, originator yang memiliki bobot relasi dibawah *threshold* tidak akan dihitung pengaruhnya.

R

$$= \begin{cases} (p_1 \triangleright L p_2 = (\sum_{c \in L} |p_{1 \triangleright_c^1} p_2|) / (\sum_{c \in L} |c| - 1); \text{ if } n = 1 \\ p_1 \triangleright p_2 = \left(\sum_{c \in L} \sum_{1 \leq n < |c|} \beta^{n-1} |p_1 \triangleright_c^n p_2| \right) / \left(\sum_{c \in L} \sum_{1 \leq n < |c|} \beta^{n-1} (|c| - n) \right); \text{ if } n > 1 \end{cases}$$

Dimana $0 \leq P \leq 1$, (5.1)

dimana R bobot relasi, P originator; L logs, C case, n jarak P_1 dengan P_2 .

Penelitian ini mengidentifikasi waktu yang dibutuhkan oleh originator untuk berubah dari kepatuhan yang dianggap jelek menjadi kepatuhan yang dianggap baik, yaitu satu tahun. Berdasar pada periode penilaian tersebut, perubahan kepatuhan tersebut dapat diperoleh dalam jangka waktu satu tahun. Oleh karena itu, perubahan dari bobot kepatuhan jelek ke baik diusulkan sesuai dengan *case* yang dijalankan selama satu tahun. Dalam *training*, point diberikan pada originator yang menjalankan event sesuai SOP, dan mengurangi point satu pada originator yang melanggar SOP. Dari data *training* diperoleh persamaan pada rumus (5.2).

$$P = \left(\frac{B-G}{\sum t_c} \right) * (\sum e_t - \sum e_f) \quad (5.2)$$

dimana P adalah kepatuhan, G dan B masing-masing batas atas interval baik dan batas bawah interval jelek; $\sum t_c$ total case dalam satu tahun; $\sum e_t$ jumlah event yang dijalankan sesuai SOP; $\sum e_f$ jumlah event yang melanggar SOP.

Dalam sebuah *social network*, originator yang memiliki relasi akan saling mempengaruhi antara satu dengan yang lain (Xua *et al.*, 2015). Dengan pertimbangan tersebut, penelitian ini akan mengidentifikasi pengaruh kepatuhan antar originator dalam sebuah *social network*. Pengaruh tersebut dapat berupa pengaruh positif maupun negatif. Menjalankan *event* yang dilakukan oleh seorang originator akan menambah atau mengurangi bobot kepatuhan originator itu sendiri dan originator lain yang memiliki relasi. Metode pembobotan *social network* yang digunakan adalah pembobotan relasi *social network* untuk *process mining* dalam (Aalst *et al.*, 2005). Dari rumus (5.2) dan bobot relasi *social network* diperoleh persamaan yang secara keseluruhan terlihat sebagaimana rumus (5.3).

$$P = \left(\frac{B-G}{\sum c} \right) * (\sum e_t - \sum e_f) + ((\sum R_t * R) - (\sum R_f * R)) \quad (5.3)$$

dimana

R

$$= \begin{cases} (p_1 \triangleright L p_2 = (\sum_{c \in L} |p_{1 \triangleright c} p_2|) / (\sum_{c \in L} |c| - 1); \text{ if } n = 1 \\ p_1 \triangleright p_2 = \left(\sum_{c \in L} \sum_{1 \leq n < |c|} \beta^{n-1} |p_1 \triangleright_c^n p_2| \right) / \left(\sum_{c \in L} \sum_{1 \leq n < |c|} \beta^{n-1} (|c| - n) \right); \text{ if } n > 1 \end{cases}$$

dan $0 \leq P \leq 1$, dimana $\sum e_t$ jumlah eksekusi event sesuai SOP; $\sum e_f$ jumlah eksekusi event menyimpang SOP; $\sum R_t$ jumlah eksekusi event sesuai SOP oleh originator yang berelasi; $\sum R_f$ jumlah eksekusi event melanggar SOP oleh originator yang berelasi; P originator; L event logs, c case, n jarak P_1 dengan P_2 . Tabel 5.1 menunjukkan contoh bobot kepatuhan originator.

Tabel 5.1. Contoh kepatuhan originator

Nama	Endah	Suwandi	Susanti	Joni	Samuel	Enny
Bobot kepatuhan	0,23	0,19	0,201	0,192	0,203	0,21

Semua originator dalam sebuah *social network* memiliki bobot relasi dengan originator lainnya. Namun dalam berbagai aplikasi, relasi yang ditampilkan merupakan relasi yang memiliki bobot sesuai dengan *threshold* yang mereka tentukan. Begitu juga dalam penelitian ini, bobot relasi yang dapat mempengaruhi originator lainnya adalah bobot relasi yang nilainya lebih besar dibanding *threshold*.

5.2 Penyusunan Bobot Kepatuhan

Dalam penyusunan bobot kepatuhan, beberapa pakar berdiskusi tentang interval bobot mulai dari *very good* sampai *very bad*. Metode ini seperti metode yang digunakan dalam (Vats *et al.*, 2014). Tabel 5.2 dan 5.3 masing-masing menunjukkan interval bobot kepatuhan originator dan fungsi keanggotaan kepatuhan.

Dalam sistem aplikasi kredit, originator yang dipercaya menjalankan *event* memiliki kepatuhan minimal *good*. Dengan pertimbangan tersebut, analisis jarak antara batas atas *good* dengan batas bawah *bad* dilakukan untuk mendapatkan besaran nilai yang berubah. Jarak diantara keduanya menjadi dasar perubahan kepatuhan selama setahun. Penerapannya, originator yang menjalankan *event* sesuai atau menyimpang dari SOP akan dihitung bobot kepatuhannya. Begitu pula

dalam *social network*, akan dihitung pengaruh kepatuhan originator yang berelasi. Pengaruh tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan besarnya bobot relasi.

Tabel 5.2 Interval Bobot Kepatuhan

No.	Linguistik	Range
1	Very good	0 – 0,1
2	Good	0,1-0,35
3	Fair	0,33-0,5
4	Bad	0,4-0,7
5	Very bad	0,6-1

Tabel 5.3 Bilangan Fuzzy Bobot Kepatuhan

No.	Linguistik	Nilai fuzzy
1	Very good	0,0,0.1.2
2	Good	0.1,0.2,0.3,0.4
3	Fair	0.3, 0.4, 0.5,0.6
4	Bad	0.5, 0.6, 0.7, 0.8
5	Very bad	0.7, 0.8, 0.9, 1

5.3 Fuzzifikasi Kepatuhan Originator

Bobot kepatuhan yang disusun pertama oleh pakar berupa nilai interval; padahal dalam penyusunannya masih terdapat keraguan dalam memberikan nilai diantara kedua interval, misalnya diantara fair dengan bad. Oleh karena itu, perlu implementasi sistem fuzzy untuk bobot kepatuhan. Kami berdiskusi dengan pakar dalam memberikan bobot kepatuhan dalam bentuk fuzzy. Penggunaan fuzzy untuk keperluan seperti ini pernah dilakukan dalam (Shemhadi *et al.*, 2011; Barreiros *et al.*, 2010). Hasil diskusi tentang linguistik kepatuhan originator dalam fuzzy ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

5.4 Pembobotan Pelanggaran

Attribute value merupakan bobot pelanggaran setiap atribut. Dalam pembobotan pelanggaran dan kepatuhan, penentuan *attribute value* dilakukan pada tingkat atribut untuk setiap originator. Misalnya pada case 2399 terjadi pelanggaran *throughput time min* oleh ihwan, dan dari data *training* diperoleh bahwa *throughput time min* terjadi maksimal tiga *event*. Maka pelanggarannya pelanggaran tersebut dikonversi menggunakan fungsi keanggotaan *throughput time min*. Dari konversi tersebut akan diperoleh bahwa pelanggarannya *low*.

Tabel 5.4 Linguistik Implikasi dari Kepatuhan dan Pelanggaran

No.	Linguistik	Nilai fuzzy
1	Sangat rendah	0,0,0.1,0.3
2	Rendah	0,0.2,0.3,0.6
3	Antara rendah dan sedang	0.1, 0.3, 0.4, 0.6
4	Sedang	0.2,0.3,0.5,0.8
5	Antara sedang & Tinggi	0.3,0.5,0.7,0.8
6	Tinggi	0.7,0.8,0.9,1
7	Sangat tinggi	0,8,0.9,1,1

Setelah *attribute value* diperoleh, selanjutnya menentukan *attribute rating* antara *attribute value* dengan bobot penting atribut. Dari contoh tersebut diperoleh bahwa bobot penting atribut dari atribut *throughput time min* adalah *important*. Terakhir, menentukan *attribute rating* menggunakan rumus (3.2).

5.5 Rule-Rule Kepatuhan dan Pelanggaran

Pada fuzzy kepatuhan dan pelanggaran perlu *rule* untuk inferensi *attribute value*. Rule tersebut yang ditentukan sebagai berikut :

1. Jika pelanggaran Low dan kepatuhan VG maka *deviation_value* sangat rendah
2. Jika pelanggaran Low dan kepatuhan G, maka *deviation_value* rendah
3. Jika pelanggaran Low dan kepatuhan F, maka *deviation_value* antara rendah dan sedang
4. Jika pelanggaran Low dan kepatuhan B, maka *deviation_value* sedang

5. Jika pelanggaran Low dan kepatuhan VB, maka *deviation_value* antara sedang dan tinggi
6. Jika pelanggaran Middle dan kepatuhan VG, maka *deviation_value* = rendah
7. Jika pelanggaran Middle dan kepatuhan G, maka *deviation_value* = rendah
8. Jika pelanggaran Middle dan kepatuhan F, maka *deviation_value* = sedang
9. Jika pelanggaran Middle dan kepatuhan B, maka *deviation_value* = antara sedang dan tinggi
10. Jika pelanggaran Middle dan kepatuhan VB, maka *deviation_value* = tinggi.
11. Jika pelanggaran high dan kepatuhan VG, maka *deviation_value* = sedang
12. Jika pelanggaran high dan kepatuhan G, maka *deviation_value* = antara sedang dan tinggi
13. Jika pelanggaran high dan kepatuhan F, maka *deviation_value* = tinggi
14. Jika pelanggaran High dan kepatuhan B, maka *deviation_value* = sangat tinggi
15. Jika pelanggaran High dan kepatuhan VB, maka *deviation_value* = sangat tinggi.

5.6 Perhitungan Bobot Kepatuhan

Bobot kepatuhan diperlukan untuk menentukan *attribute value*. Untuk memperoleh bobot kepatuhan menggunakan rumus (5.3). Bobot kepatuhan yang diperoleh, dikonversi ke dalam fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy kepatuhan sebagaimana dalam Tabel 5.3. Pada tahap ini akan diperoleh bobot kepatuhan dalam bentuk fuzzy.

5.7 Menentukan *Attribute Value* dengan Bobot Kepatuhan

Pada tahap ini akan dilakukan inferensi fuzzy dilakukan untuk memperoleh *attribute value* dengan bobot kepatuhan. Implikasi inferensi ini di tunjukkan dalam Tabel 5.5. *Attribute value* yang diperoleh dikonversi menjadi

bilangan krisp menggunakan rumus (2.4). Pada tahap ini *attribute value* ini merupakan *attribute value* per-originator dalam satu atribut.

5.8 Menentukan *Attribute Rating*

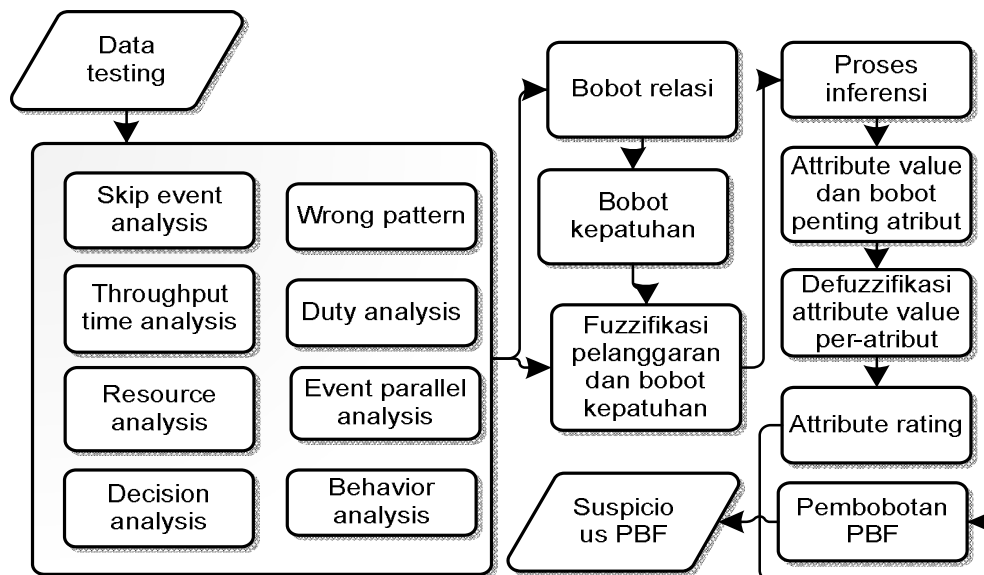
Pada metode ini, *attribute value* setiap atribut PBF dihitung berdasarkan jumlah pelanggaran yang terjadi pada atribut tersebut. Untuk memperoleh *attribute value* dengan kepatuhan originator ini diperoleh dengan rumus (5.4).

$$S_b = d_1 + d_2 + \dots + d_n \tag{5.4}$$

dimana S_b *attribute rating*, n jumlah maksimal pelanggaran dalam sebuah atribut, d *attribute value* per-pelanggaran pada pelanggaran ke- n .

5.9 Analisis Pelanggaran SOP dengan Bobot Kepatuhan

Kebaruan dalam penelitian ini berupa model kepatuhan untuk mendeteksi fraud. Implementasinya, model kepatuhan digunakan untuk menentukan *attribute value* sebuah pelanggaran. Gambar 5.1 menunjukkan tahapan implementasi model kepatuhan untuk mendeteksi fraud.

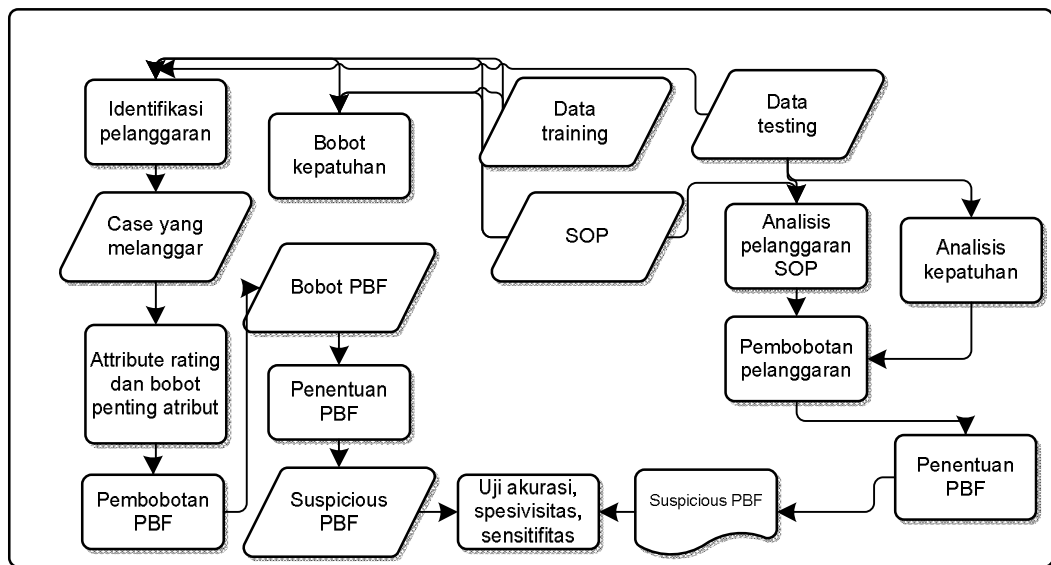


Gambar 5.1. Tahapan Deteksi PBF dengan Bobot Kepatuhan

5.9.1 Analisis Pelanggaran Proses Bisnis

Model kepatuhan originator ini digunakan untuk menganalisis sebuah pelanggaran SOP dari sisi originator. Pakar berpendapat, bahwa biasanya pelanggaran yang dilakukan oleh originator yang kepatuhannya baik, kemungkinan kesalahan tersebut tidak dilakukan secara sengaja. Namun, pelanggaran yang dilakukan oleh originator yang kepatuhannya tidak baik, kemungkinan kesalahannya dilakukan dengan sengaja. Dengan demikian, model kepatuhan ini digunakan untuk menentukan *attribute value* sebuah pelanggaran.

Dalam menganalisis proses bisnis, metode yang digunakan seperti pada analisis sebelumnya yaitu *Analisis skip event*, *Analisis throughput time*, *Analisis resource*, *Analisis segregation of duty*, *Analisis pattern*, *Analisis decision*, dan *Analisis event parallel*. Hasil analisis tersebut menunjukkan ada pelanggaran atau tidak pada masing-masing *case*.



Gambar 5.2. Tahapan Evaluasi Metode dengan Bobot Kepatuhan

5.10 Hasil dan Pembahasan Model Kepatuhan

Ada tahapan untuk menguji akurasi deteksi PBF menggunakan model kepatuhan originator. *Data testing* yang digunakan sama dengan data yang digunakan oleh metode deteksi tanpa model kepatuhan. Gambar 5.2 menunjukkan tahap-tahap dalam *testing* deteksi fraud dengan model kepatuhan.

5.10.1 Evaluasi Metode

Dalam *testing* penelitian ini, data dikumpulkan dari *event logs* aplikasi kredit selama tiga tahun, 2011-2013. Data tersebut dikelompokkan menjadi data *testing* dan data *training*, masing-masing 1857 case dan 1147 case. Penelitian ini menganalisis proses bisnis dalam data *training* untuk memperoleh *case* yang melanggar SOP. Dari data *training* tersebut diperoleh bobot kepatuhan masing-masing originator. Kemudian metode ini menghitung bobot kepatuhan originator selama menjalankan *event* pada data *testing*. Bobot kepatuhan originator akan berubah sesuai dengan kondisi originator tersebut dalam menjalankan *event*.

Tabel 5.5 Pembobotan PBF oleh Sisten dan Pakar dengan Kepatuhan

Case	Skip sequence	Skip decision	Throughput time min	Throughput time max	Wrong resource	Wrong duty sequence	Wrong duty decision	Wrong duty combine	Wrong pattern	Wrong decision	Event parallel	Sisten	Pakar
102	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,611	0,8
200	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
201	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,3
203	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,611	0,7
204	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
205	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,1
211	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,1
214	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
580	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,7
583	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,3
587	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
592	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
593	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,291	0,2
594	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
595	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,3
596	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
597	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
598	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
600	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
677	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
780	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,3
785	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8

2291	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
2380	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,1
2399	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,1
2470	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
2471	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
2472	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
2481	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
2483	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
2485	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
2491	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
2493	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
2688	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
2691	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
2898	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3016	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3023	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3070	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3088	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3092	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3093	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,1
3106	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3111	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3114	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,1
3121	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3139	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3146	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0,874	0,7
3149	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3162	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3166	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,3
3172	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3174	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3177	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3235	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3238	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3274	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3279	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3291	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3301	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3316	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3318	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3346	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3349	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3350	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,2

3424	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3479	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3483	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3489	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3501	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,3
3514	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3540	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3552	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3616	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3620	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3644	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3676	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,2
3679	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3711	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3726	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3730	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3733	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3738	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3749	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3777	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3778	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3794	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3797	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3801	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3809	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3838	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3860	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6
3865	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0,874	0,85
3869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,874	0,7
3890	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3891	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,874	0,8
3913	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3918	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0,611	0,7
3931	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,291	0,2
3934	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0,611	0,7
3954	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,426	0,6

Integrasi bobot kepatuhan dalam mendeteksi PBF menghasilkan bobot PBF sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.5. Dari Tabel 5.5, ada beberapa perbedaan bobot PBF yang dihasilkan oleh metode ini. Bobot PBF yang diberikan oleh metode ini memang termasuk fraud, namun bobot PBF berubah dari 1 menjadi 0,611. Berkurangnya bobot tersebut disebabkan originator yang

menjalankan *event* memiliki bobot kepatuhan baik. Selain itu, ada bobot PBF yang bertambah dari 0,228 menjadi 0,426. Penambahan bobot PBF tersebut mengakibatkan perubahan kondisi dari tidak fraud menjadi fraud. Perubahan bobot disebabkan pelaksana *event* memiliki bobot kepatuhan tidak baik. Tabel 5.6 menunjukkan contoh perubahan bobot PBF.

Tabel 5.6 Contoh Perubahan Bobot PBF dengan Integrasi Kepatuhan

No.	Case ID	Jenis Atribut	Jumlah	Bobot	Bobot Kepatuhan	Bobot Pakar
1	102	Skip sequence	1	1	0,611	0,8
2	200	Throughput time min	3	0,878	0,874	0,8
3	201	Throughput time min	3	0,878	0,874	0,3
4	203	Skip decision	1	1	0,611	0,7
5	204	Throughput time max	3	0,878	0,542	0,8
6	205	Throughput time max	1	1	0,291	0,1
7	2493	Throughput time min	1	0,228	0,426	0,6

Untuk mengevaluasi metode yang diusulkan, akan dilakukan evaluasi akurasi, sensitivitas dan spesifisitas. Untuk menghitung akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas masing masing menggunakan rumus (4.1), rumus (4.2) dan rumus (4.3).

Tabel 5.7 Hasil Evaluasi Metode

	TP	FP	FN	TN	Akurasi	Sensitivitas	Spesifisitas
Metode ini dengan Kepatuhan	49	8	0	1090	0,99	1	0,99

Dari data *testing* tersebut, diidentifikasi 102 case melanggar SOP. Dari diskusi dengan pakar, diperoleh bahwa metode ini dan pakar mengidentifikasi 49 case sebagai fraud (*True-Positive*). Selanjutnya, 1090 case diidentifikasi oleh metode ini dan pakar sebagai bukan fraud (*True-Negative*). Selain itu 8 case teridentifikasi sebagai fraud oleh metode ini, namun dianggap bukan fraud oleh pakar (*False-Positive*). Selanjutnya dihitung nilai akurasi, spesifisitas, dan

sensitivitas masing masing metode tersebut. Hasil pengujian akurasi ditunjukkan dalam Tabel 5.7.

5.10.2 Perbandingan Akurasi

Untuk menganalisis metode deteksi fraud dengan model kepatuhan, perlu dilakukan perbandingan hasil evaluasi antara metode ARL dan process mining, metode deteksi PBF tanpa model kepatuhan, dan metode deteksi PBF dengan mengintegrasikan model kepatuhan. Berdasarkan data *testing*, ketiga metode tersebut memiliki perbedaan nilai akurasi, dimana metode deteksi fraud menggunakan model kepatuhan memiliki akurasi yang lebih baik dibanding metode sebelumnya. Perbandingan antara metode deteksi yang diusulkan dengan metode deteksi fraud sebelumnya ditunjukkan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perbandingan Hasil Akurasi

	TP	FP	FN	TN	Akurasi	Sensitivitas	Spesifisitas
ARL dan process mining	49	53	0	1045	0,95	1	0,95
Metode Diusulkan	38	8	11	1090	0,98	0,77	0,99
Metode diusulkan dengan Kepatuhan	49	8	0	1090	0,99	1	0,99

Tabel 5.8 menunjukkan bahwa deteksi PBF menggunakan model kepatuhan dapat meningkatkan akurasi 0,01 dengan sensitivitas 1, dan spesifisitas 0,99. Nilai sensitivitas dan spesifisitas yang diperoleh menunjukkan bahwa metode yang diusulkan ini dapat mengidentifikasi fraud dan bukan fraud dengan baik. Dari penelitian ini dapat menurunkan nilai *False-Negatif*, karena pengaruh penggunaan model kepatuhan originator yang menjalankan *event*.

BAB 6

KESIMPULAN DAN PENELITIAN BERIKUTNYA

6.1 Kesimpulan

Peneliti mengusulkan pendekatan fuzzy ketika muncul kebutuhan untuk meningkatkan akurasi metode deteksi *suspicious Process-based Fraud* (PBF). Penelitian ini mengidentifikasi indikator/atribut PBF, pembobotan *suspicious* PBF dan model PBF. Penelitian ini mengusulkan satu atribut baru PBF, yaitu *event parallel*, sehingga terdapat sebelas atribut/indikator *Process-based Fraud*. Indikator atau atribut PBF terdiri dari *skip decision*, *skip sequence*, *throughout time min*, *throughput time max*, *wrong resource*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, *wrong duty combine*, *wrong pattern*, *wrong decision*, dan *event parallel*. Selain itu studi ini juga mengidentifikasi bobot pelanggaran dalam tiga kriteria yaitu *low*, *middle* dan *high*. Penelitian ini dapat mengidentifikasi indikasi/atribut fraud yang lebih lengkap, sehingga metode yang diusulkan ini dapat mendeteksi PBF dengan akurasi yang lebih baik.

Indikator atau atribut fraud ditentukan berdasarkan *attribute value* dan bobot penting atribut. *Attribute value* ditentukan dalam tiga keanggotaan fuzzy dengan linguistik *low*, *middle* atau *high*. Sedangkan bobot penting atribut dalam lima keanggotaan fuzzy yaitu *very important*, *important*, *fair*, *weak*, dan *very weak*. *Attribute value* dan bobot penting atribut menjadi kriteria dalam menentukan bobot PBF. Pembobotan PBF dengan pendekatan fuzzy *Multi Attribute Decision Making* dapat mendeteksi pelanggaran dalam bentuk pelanggaran ringan. Kemampuan tersebut yang menyebabkan metode yang diusulkan ini dapat menurunkan *False Positive*.

Penelitian ini mengusulkan sebuah metode baru untuk menganalisis proses bisnis yaitu analisis *event parallel*. Metode tersebut digunakan untuk mengidentifikasi indikator/atribut *event parallel*. Metode deteksi yang diusulkan ini menggunakan metode *decision vector*, *modified digital logic* dan fuzzy *Multi Attribute Decision Making* (MADM) dalam pembobotan PBF.

Penelitian ini juga mengusulkan model kepatuhan originator/pelaksana proses. Model kepatuhan tersebut dikembangkan dari bobot relasi *social network* dan *event* yang tersimpan dalam *event logs*. Bobot kepatuhan pelaksana proses/originator diintegrasikan dalam menentukan bobot PBF. Dalam mengintegrasikan kepatuhan pelaksana *event* untuk mendeteksi fraud, metode ini menggunakan metode *decision vector*, *modified digital logic*, inferensi fuzzy dan fuzzy MADM. Metode ini dapat mengurangi *False Negative* disebabkan kemampuannya dalam mengidentifikasi bobot kepatuhan originator.

Evaluasi terhadap metode yang diusulkan ini menunjukkan bahwa metode ini dapat menghasilkan peningkatan akurasi 0.03 dibanding metode sebelumnya. Selain itu, integrasi bobot kepatuhan dalam mendeteksi *suspicious* PBF dapat meningkatkan akurasi 0.01. Metode yang diusulkan ini memperoleh sensitivitas dan spesifisitas masing-masing 1 dan 0,99.

6.2 Penelitian Selanjutnya

Discovery yang dilakukan pada *event logs* menghasilkan bobot relasi antar pelaksana (originator) proses dan bobot kepatuhan originator. Besarnya bobot relasi antar originator/pelaksana proses belum dapat untuk memastikan bahwa mereka bekerjasama dalam melakukan fraud. Fraud yang dilakukan oleh originator yang memiliki kerjasama dan terencana dapat dipastikan memiliki efek kerugian yang besar.

Penelitian selanjutnya akan meneliti sebuah relasi pelaksana proses, *social network* dan mengembangkan metode yang dapat mengidentifikasi konspirasi para pelaku fraud. Selain itu, juga akan mengidentifikasi kemungkinan adanya fraud yang direncanakan. Penelitian tersebut dianggap sangat penting karena fraud yang direncanakan kemungkinan memiliki efek kerugian yang besar pula.

ProM merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh peneliti di bidang *process mining*. Aplikasi tersebut dibuat untuk menganalisis model proses bisnis. Namun aplikasi tersebut tidak dapat digunakan untuk mengidentifikasi *suspicious* PBF. Dalam (Jans *et al.*, 2011), deteksi *suspicious* PBF menggunakan

aplikasi ProM. Namun aplikasi tersebut hanya digunakan untuk menganalisis model proses.

Metode *conformance* dalam ProM dapat menghasilkan nilai *fitness* dari sebuah case. Nilai *fitness* yang kurang dari satu menunjukkan bahwa ada yang berbeda antara model proses dengan *case*. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan terjadinya lompatan (*skip*) atau muncul *event* baru atau pola *case* yang berbeda dari model proses. Namun untuk menggunakan hasil tersebut dalam mendeteksi fraud perlu dianalisis kembali untuk menemukan penyebab rendahnya nilai *fitness* tersebut. Selain itu, model proses yang terbentuk dari ProM itu menggambarkan pola sebagian *case* yang ada dalam *event logs*, sehingga untuk mendeteksi fraud tetap memerlukan SOP. Namun hasil *conformance* ini tetap dapat digunakan untuk menganalisis pelanggaran SOP. Penelitian berikutnya akan mengintegrasikan hasil *conformance* dari ProM untuk deteksi fraud.

Aplikasi ProM juga dapat menghasilkan *social network*, namun *social network* tersebut belum menjelaskan relasi langsung dan tidak langsung. Namun hasil *social network* tersebut penting untuk mendeteksi fraud. Penelitian berikutnya juga akan mengembangkan *output social network* dari ProM tersebut untuk membobot kepatuhan dan mengidentifikasi adanya konspirasi dalam melakukan fraud.

Daftar Pustaka

- Aalst, W.M.P., V. D., Hajo, Reijers, H., A., dan Song, M., (2005a), "Discovering Social Networks from Event Logs", *Computer Supported Cooperative Work*, Vol. 14, hal. 549–593.
- Aalst, W.M.P.V.D. dan de Medeiros, A.K.A., (2005b), "Process Mining and Security: Detecting Anomalous Process Executions and Checking Process Conformance", *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, Vol. 121, issue : Security Issues with Petri Nets and other Computational Models, pp. 3-21.
- Aalst, W.M.P.V.D. (2010), "*Process Mining, Discovery, Conformance and Enhancement of business process*", Springer, New York.
- Accorsi, R. dan Stocker, T., (2012), "On the Exploitation of Process Mining for Security Audits: The Conformance Checking Case", *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, Riva del Garda Congress, Trento, Italy, hal. 1709-1716.
- Alavi, N., (2013), "Quality determination of Mozafati dates using Mamdani fuzzy inference system", *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, Vol. 12, hal. 137–142.
- Amara, I., Amar, A.B., dan Jarboui, A. (2013), "Detection of Fraud in Financial Statements: French Companies as a Case Study", *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, Vol. 3, No. 3, hal. 44-55.
- Barreiros, M.P., Grilo, A., Cruz-Machado, V., dan Cabrita, M.R., (2010), "Applying Fuzzy sets For ERP Systems Selection Within The Construction Industry", *2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, IEEE, Singapore, hal. 320-324.
- BI (Bank Indonesia), (2011), "Penerapan Strategi Anti Fraud bagi Bank Umum", *Bank Indonesia*.
- Camasta, F., Ciaramella, A., Giovannelli, V., Lener, M., Rastelli, V., Staiano, A., Staiano, G., dan Starace, A., (2015), "A fuzzy decision system for

- genetically modified plant environmental risk assessment using Mamdani inference”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 42, hal. 1710–1716.
- Chae, M. Shime, S. Cho, H., dan Lee, B., (2007), “An Empirical Analysis of Fraud Detection in Online Auctions: Credit Card Phantom Transaction”, *Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE, Waikoloa, USA, hal. 155a.
- Chiu, C. dan Tsai, C.Y., (2004), “A Web Services-Based collaborative Scheme for Credit Card Fraud Detection”, *Proceedings of 2004 IEEE International Conference on e-Technology, e-Commerce and e-Service(EEE '04)*, IEEE, Taipei, Taiwan, hal. 177-181.
- Dewandono, D.R., (2013), *Process Sequence Mining For Fraud Detection Using CEP*, Thesis, Informatics Department, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Fernández-Camacho, R., Cabeza, I.B., a, Aroba, J., Gómez-Bravo, F., Rodríguez, S., dan de la Rosa, J., (2015), “Assessment of ultrafine particles and noise measurements using fuzzy logic and data mining techniques”, *Science of the Total Environment*, hal. 103–113.
- Jans, M., van der Werf, M.J., Lybaert, N., dan Vanhoof, K., (2011), “A Business Process Mining Application for Internal Transaction Fraud Mitigation”, *Expert Systems with Applications*, vol. 38, No. 10, hal. 13351-13359.
- Jans, M., Alles, M. dan Vasarhelyi, M., (2013), “The Case for Process Mining in Auditing: Sources of Value Added and Areas of Application”, *International Journal of Accounting Information Systems*, vol. 14, no. 1, hal 1-20.
- Kumar R., dan Singal, S., (2015), “Penstock material selection in small hydropower plants using MADM methods”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 52, hal. 240–255.
- Li, J., Wang, B., Wang, G., dan Zhang, Y., (2013), “New bounds on the average information rate of secret-sharing schemes for graph-based weighted threshold access structures”, *Information Sciences*, Vol. 240, hal. 83–94.
- Maes, S. Tuyls, K. Vanshoenwinkel, B. dan Manderick, B., (1993), “Credit Card Fraud Detection Using Bayesian and Neural Networks”, *In: Maciunas RJ*,

- editor. *Interactive image-guided neurosurgery. American Association Neurological Surgeons*, hal. 261-270.
- Ngai, E.W.T., Hu, Y., Wong Y.H., Chen, Y. dan Sun, X., (2010), “The Application of Data Mining Techniques in Financial Fraud Detection: A Classification framework and an Academic Review of Literature”, *Decision Support Systems*, vol. 50, no. 3, hal. 559-569.
- Ouyang, Y., dan Pedrycz, P., (2016), “A new model for intuitionistic fuzzy multi-attributes decision making”, *European Journal of Operational Research*, vol. 249, hal. 677–682.
- Panigrahi, S., Kundu, A., Sural, S. dan Majumdar, A.K., (2009), “Credit Card Fraud Detection: A Fusion Approach Using Dempster-Shafer Theory and Bayesian Learning”, *Information Fusion*, vol. 10, no. 4, hal. 354-363.
- Pei, Z. A. (2015), “Note on the TOPSIS method in MADM problems with linguistic evaluations”, *Applied Soft Computing*, vol. 36, hal. 24–35.
- Rezaei, M., Asadizadeh, M., Madji, A., dan Hossaini, M.F., (2015), “Prediction of representative deformation modulus of longwall panel roof rock strata using Mamdani fuzzy system”, *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 25, hal 23-30.
- Sáenz, D.C, Castillo, N.G, Romeva, C.R., c, dan Macià, J.,(2015), “A fuzzy approach for the selection of non-traditional sheet metal cutting Processes”, *Expert Systems with Applications*, vol. 42, hal. 6147–6154.
- Sarno, R., Dewandono, D.R. Ahmad, T., Naufal, M.F. dan Sinaga, F., (2015), “Hybrid Association Rule Learning and Process Mining for Fraud Detection”, *IAENG International Journal of Computer Science*, vol. 42, no. 2, hal. 59-72.
- Sarno, R., Effendi, Y., A., dan Haryadita, F., (2016a), “Modified Time-Based Heuristics Miner for Parallel Business Process”, *International Review on Computers and Software (Irecos)*, vol. 11, No. 3, hal. 249-260.
- Sarno., R., dan Sungkono, K., (2016b) , “Hidden Markov Model for Process Mining of Parallel Business Processes”, *International Review on Computers and Software (Irecos)*, vol. 11, no. 4, hal 990-300.

- Sarno, R., Sanjoyo, A.B., Mukhlash, I. dan Astuti, M.H., (2013), “Petri Net Model of ERP Business Process Variations for Small and Medium Enterprises”, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 54, no.1, hal. 31-38.
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. Dan Tarokh, M.J., (2011), “A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting”, *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 10, hal. 12160-12167.
- Shen, A., Tong, R. dan Deng, Y., (2007), “Application of Classification Models on Credit Card Fraud Detection”, *Proceedings of 2007 International Conference on Service System and Service Management, IEEE, Chengdu, China*, hal. 1-4.
- Sinaga, F., dan Sarno, R., (2015), “Business Process Anomaly Detection using Multi-Level Class Association Rule Learning”, *The 1st International Seminar on Science and Technology*, Postgraduate Program Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, hal. 175-180.
- Sinova, B., Casals, M.R., Gil, M.A., dan Lubiano, M.A., (2015), “The fuzzy characterizing function of the distribution of a random fuzzy number”, *Applied Mathematical Modelling*, vol. 39, hal. 4044–4056.
- Stoop, J.J., (2012), *Process Mining and Fraud Detection*, Thesis, Business Information Technology Department, Twente University, Enschede, Netherlands.
- Suthar, S., Verma, R., Deep, S., dan Kumar, K.,(2015), “Optimization of conditions (pH and temperature) for Lemna gibba production using fuzzy model coupled with Mamdani’s method”, *Ecological Engineering*, vol. 83, hal. 452–455.
- Tsabadze, T., (2015), “A method for aggregation of trapezoidal fuzzy estimates under group decision-making”, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 266, hal. 114–130.
- Vats, S., Vats, G., Vaish, R. dan Kumar, V., (2014), “Selection of Optimal Toll Collection System for India : A Subjective-Fuzzy Decision Making Approach”, *Applied Soft Computing*, vol.21, hal. 444-452.

- Zadeh, L.A., (1965), "Fuzzy Sets", *Information and Control*, vol. 8, No. 3,hal. 338-353.
- Zhu, Z., Su, J., dan Kong, L., (2015), "Measuring influence in online social network based on the user-content bipartite graph", *Computers in Human Behavior*, vol. 52, hal.184–189.
- Zaslavsky, V. dan Strizhak, A., (2006), "Credit Card Fraud Detection Using Self-Organizing Maps", *Information & Security*, vol. 18, Issue : Cyber crime & cyber security, hal. 48-63.

Daftar Index

- Atribut PBF, 8, 23
Attribute value, 33, 35, 55, 77, 82, 83, 84
Bobot penting atribut, 33, 34, 35, 55, 77
Case, 5, 9, 10, 11, 12, 14, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 40, 43, 48, 57, 60, 74, 78, 80, 86, 89
Deteksi, xi, xiii, xv, 2, 3, 5, 7, 13, 14, 19, 22, 23, 39, 58, 59, 74, 77, 84, 85, 90
Duty analysis, 26, 31, 48, 59, 77
Event, xi, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 40, 43, 45, 46, 48, 52, 53, 57, 77, 78, 79, 80, 85, 86, 90, 91
Event logs, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 57, 78, 86
Event parallel analysis, 32, 53
fuzzy, xi, xiii, 2, 8, 22, 33, 34, 35, 36, 58, 59, 67, 75, 77, 81, 82, 85, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98
MADM, 77, 95, 96, 98
Originator 77
PBF, xi, xvi, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 32, 33, 36, 37, 45, 56, 58, 59, 66, 74, 75, 77, 85, 89, 90
PBF rating, 36, 56
Perilaku, xvi, 77
Process-based Fraud, 1, 14, 19, 24, 95,
Resource analysis, 28, 45
skip, 8, 23, 24, 26, 27, 33, 40, 77, 85, 91
skip analysis, 26, 77
SOP, xiii, xv, 2, 4, 8, 10, 11, 12, 14, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 43, 46, 52, 57, 59, 60, 75, 77, 79, 80, 81, 86, 89, 91
Suspicious PBF, 2, 7, 8, 14, 36, 66, 74, 77
Throughput time, 8, 24, 25, 26, 28, 33, 43, 44, 59, 77, 85, 91
Throughput time analysis, 26, 28, 59, 77
Trace, 10, 11, 12, 24
Wrong duty, 25, 26, 31, 48, 49, 59, 77, 85, 91
Wrong pattern, 26, 32, 52, 85, 91

LAMPIRAN 1 CASE sesuai dengan SOP

```
<trace>
  <string key="concept:name" value="28"/>
  <string key="creator" value=" "/>
  <event>
    <string key="concept:name" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="samuel"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T08:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="samuel"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T08:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="enny"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T08:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="enny"/>
    <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="enny"/>
    <string key="completeDoc" value="false"/>
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="enny"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T09:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="enny"/>
    <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="enny"/>
    <string key="completeDoc" value="false"/>
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="info_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="susanti"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T09:08:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="susanti"/>
    <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="susanti"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="info_kelengkapan_berkas"/>
```

```

        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="susanti"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T09:12:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
        <string key="Resource" value="susanti"/>
        <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
        <string key="Resource" value="susanti"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="register_berkas"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="ardian"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T09:30:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="register_berkas"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="ardian"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T09:45:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T10:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-12T15:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="cek_SID"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="samuel"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-14T08:40:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="cek_SID"/>
        <string key="Resource" value="samuel"/>

```

```

    <string key="Activity" value="cek_SID"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_SID"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="samuel"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-14T09:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_SID"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="Activity" value="cek_SID"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="kusnin"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-14T09:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="kusnin"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-14T09:25:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-14T14:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-14T16:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>

```

```

    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_agunan"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T08:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_agunan"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T09:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_kelurahan"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="kartono"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T09:45:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_kelurahan"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="kartono"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T10:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_pemda"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="ratih"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T10:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>
    <string key="Resource" value="ratih"/>
    <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>
    <string key="Resource" value="ratih"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_pemda"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="ratih"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T13:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>

```

```

    <string key="Resource" value="ratih"/>
    <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>
    <string key="Resource" value="ratih"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="kartono"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T13:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="kartono"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T14:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T14:10:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T14:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_plafon"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T14:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>

```

```

<event>
  <string key="concept:name" value="cek_plafon"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="endah"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T14:50:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_overnate"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="endah"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T15:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_overnate"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="endah"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-08-15T15:15:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-08-16T08:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-08-16T12:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="wartono"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-08-16T13:00:00.000+07:00"/>

```

```

        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-16T16:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-19T08:30:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-19T09:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-19T09:30:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-08-19T10:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
    </event>
</trace>

```


LAMPIRAN 2 Case yang melanggar SOP

<trace>

```
<string key="concept:name" value="200"/>
<string key="creator" value=" "/>
<event>
  <string key="concept:name" value="penerimaan_berkas"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="samuel"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T08:15:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="samuel"/>
  <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="samuel"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="penerimaan_berkas"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="samuel"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T08:30:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="samuel"/>
  <string key="Activity" value="penerimaan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="samuel"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="enny"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T08:30:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="completeDoc" value="false"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="enny"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T08:35:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="enny"/>
  <string key="completeDoc" value="false"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="info_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="susanti"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T09:08:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="susanti"/>
  <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
  <string key="Resource" value="susanti"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
```

```

        <string key="concept:name" value="info_kelengkapan_berkas"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="susanti"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T09:12:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
        <string key="Resource" value="susanti"/>
        <string key="Activity" value="info_kelengkapan_berkas"/>
        <string key="Resource" value="susanti"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="register_berkas"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="ardian"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T09:30:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="register_berkas"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="ardian"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T09:35:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="Activity" value="register_berkas"/>
        <string key="Resource" value="ardian"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T10:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-17T15:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="Activity" value="disposisi_analisis"/>
        <string key="Resource" value="sujarwo"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="cek_SID"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="samuel"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-18T08:40:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="cek_SID"/>

```

```

    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="Activity" value="cek_SID"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_SID"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="samuel"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-18T09:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_SID"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="Activity" value="cek_SID"/>
    <string key="Resource" value="samuel"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="kusnin"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-18T09:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="kusnin"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-18T09:25:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="Activity" value="cek_jenis_kredit"/>
    <string key="Resource" value="kusnin"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-18T14:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="jajang"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-18T15:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="Activity" value="cek_lokasi_usaha"/>
    <string key="Resource" value="jajang"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>

```

```

<event>
  <string key="concept:name" value="cek_lokasi_agunan"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="jajang"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T08:30:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
  <string key="Resource" value="jajang"/>
  <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
  <string key="Resource" value="jajang"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_lokasi_agunan"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="jajang"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T09:30:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
  <string key="Resource" value="jajang"/>
  <string key="Activity" value="cek_lokasi_agunan"/>
  <string key="Resource" value="jajang"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="validasi_kelurahan"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="kartono"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T09:45:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
  <string key="Resource" value="kartono"/>
  <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
  <string key="Resource" value="kartono"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="validasi_kelurahan"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="kartono"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T10:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
  <string key="Resource" value="kartono"/>
  <string key="Activity" value="validasi_kelurahan"/>
  <string key="Resource" value="kartono"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="validasi_pemda"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="ratih"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T10:15:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>
  <string key="Resource" value="ratih"/>
  <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>
  <string key="Resource" value="ratih"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="validasi_pemda"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="ratih"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T13:00:00.000+07:00"/>

```

```

        <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>
        <string key="Resource" value="ratih"/>
        <string key="Activity" value="validasi_pemda"/>
        <string key="Resource" value="ratih"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="kartono"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T13:15:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="kartono"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T14:00:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="Activity" value="estimasi_plafond"/>
    <string key="Resource" value="kartono"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T14:10:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T14:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="validasi_kelengkapan_berkas"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
    <string key="concept:name" value="cek_plafon"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="endah"/>
    <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T14:30:00.000+07:00"/>
    <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
    <string key="Resource" value="endah"/>
    <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>

```

```

</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_plafon"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="endah"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T14:50:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="Activity" value="cek_plafon"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_overnate"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="endah"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T15:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="cek_overnate"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="endah"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-21T15:15:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="Activity" value="cek_overnate"/>
  <string key="Resource" value="endah"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-22T08:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
  <string key="org:resource" value="sujarwo"/>
  <date key="time:timestamp" value="2013-10-22T12:00:00.000+07:00"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="Activity" value="persetujuan_pincab"/>
  <string key="Resource" value="sujarwo"/>
  <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
</event>
<event>
  <string key="concept:name" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
  <string key="org:resource" value="wartono"/>

```

```

        <date key="time:timestamp" value="2013-10-22T13:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-22T16:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="pengajuan_perikatan_kredit"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-23T08:30:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="completeDoc" value="NOT_SET"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-23T09:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="cek_kelengkapan_berkas_adm"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-23T09:30:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
    </event>
    <event>
        <string key="concept:name" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
        <string key="org:resource" value="wartono"/>
        <date key="time:timestamp" value="2013-10-23T10:00:00.000+07:00"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
        <string key="Activity" value="penerbitan_surat_pencairan"/>
        <string key="Resource" value="wartono"/>
    </event>
</trace>

```

Lampiran 3 Hasil Uji Korelasi Atribut/Indikator PBF

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
skip_sequence	1.0476	.21822	21
Fraud	.8095	.04364	21

Correlations

		skip_sequence	Fraud
skip_sequence	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	21	21
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	21	21

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
skip_decision	1.0645	.24973	31
Fraud	.8597	.03746	31

Correlations

		skip_decision	Fraud
skip_decision	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	31	31
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	31	31

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TT_min	2.6977	.50936	129
Fraud	.8070	.16114	129

Correlations

		TT_min	Fraud
TT_min	Pearson Correlation	1	.997**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	129	129
Fraud	Pearson Correlation	.997**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	129	129

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

		TT_min	Fraud
TT_min	Pearson Correlation	1	.997**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	129	129
Fraud	Pearson Correlation	.997**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	129	129

Descriptive Statistics

Correlations

		TT_min	Fraud
TT_min	Pearson Correlation	1	.997**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	129	129
Fraud	Pearson Correlation	.997**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	129	129

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TT_max	2.6970	.57831	165
Fraud	.8030	.19204	165

Correlations

		TT_max	Fraud
TT_max	Pearson Correlation	1	.997**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	165	165
Fraud	Pearson Correlation	.997**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	165	165

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

	Mean	Std. Deviation	N
wrong_resource	1.0667	.25820	15
Fraud	.8600	.03873	15

Correlations

		wrong_resource	Fraud
wrong_resource	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	15	15
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	15	15

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
wdutys	1.1250	.35355	8
Fraud	.8250	.07071	8

Correlations

		wdutys	Fraud
wdutys	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	8	8

Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	8	8

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
wdutyd	1.1667	.40825	6
Fraud	.8333	.08165	6

Correlations

		wdutyd	Fraud
wdutyd	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	6	6
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	6	6

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
wdutyd	1.1667	.40825	6
Fraud	.8167	.04082	6

Correlations

		wdutyc	Fraud
wdutyc	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	6	6
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	6	6

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
wdecision	1.0185	.13608	54
Fraud	.8037	.02722	54

Correlations

		wdecision	Fraud
wdecision	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	54	54
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	54	54

Correlations

		wdecision	Fraud
wdecision	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	54	54
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	54	54

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
wpattern	1.1000	.39803	90
Fraud	.2300	.11941	90

Correlations

		wpattern	Fraud
wpattern	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	90	90
Fraud	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	90	90

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
eventparallel	1.3636	.67420	11
Fraud	.3045	.19033	11

Correlations

		eventparallel	Fraud
eventparallel	Pearson Correlation	1	.999**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	11	11
Fraud	Pearson Correlation	.999**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	11	11

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
outtimes	2.1667	1.08543	30
Fraud	.0507	.00254	30

Correlations

		outtimes	Fraud
outtimes	Pearson Correlation	1	.334
	Sig. (2-tailed)		.071

	N	30	30
Fraud	Pearson Correlation	.334	1
	Sig. (2-tailed)	.071	
	N	30	30

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
outtimed	1.3571	.63332	14
Fraud	.03150	.005331	14

Correlations

		outtimed	Fraud
outtimed	Pearson Correlation	1	.330
	Sig. (2-tailed)		.249
	N	14	14
Fraud	Pearson Correlation	.330	1
	Sig. (2-tailed)	.249	
	N	14	14

Daftar Riwayat Hidup



A. Biodata

Nama lengkap : Solichul Huda
Tempat/tgl.lahir : Kudus, 7 Oktober 1971
Pangkat/Gol. : Penata III D
Jabatan fungsional: Lektor
Alamat kantor : Jl. Imam Bonjol 207 Semarang
Email : solichul.huda@dsn.dinus.ac.id
Nama istri : Erni Setyoningsih, SE
Nama anak : Naviq Maula Aseda
Aliv Okta Aseda

B. Riwayat Pendidikan

1. Pesantren Routhotut Tholibin lulus1982
2. SDN 2 Singocandi Kudus, lulus 1984
3. MTsM Kudus, Lulus 1987
4. MAM Kudus, lulus 1990
5. S1 Sistem informasi STMIK Dian Nuswantoro, lulus1998
6. S2 Teknik Informatika STTIBI Jakarta, lulus 2001
7. S3 Ilmu Komputer ITS, masuk tahun 2013

C. Riwayat Pekerjaan

1. Programmer Bank Jateng Th. 1993 – 1997
2. Kepala Lab. Hardware Th. 2003-2005
3. Kepala UPT Perpustakaan Th. 2005-2011
4. Staf pengajar Fasilkom Udinus 1998 – sekarang

- D. Aplikasi yang pernah dibangun :
1. Aplikasi tabungan saldo rendah dan saldo harian
 2. Aplikasi Giro (1996)
 3. Aplikasi deposito (1998)
 4. Aplikasi kredit Umum (2002)
 5. Aplikasi Akuntansi Perbankan (2003)
 6. Sistem keamanan brancless banking (2015)
- E. Saksi ahli pada kasus IT Nasional dan Internasional
1. Saksi ahli pada sidang kasus pelanggaran pasal 27 UU ITE di PN Kendal
 2. Saksi ahli kasus UU ITE tentang digital forensik
 3. Saksi ahli kasus BB berupa perangkat IT pada kasus jaringan internasional di PN Semarang
- F. Analisis kasus IT di :
- Koran harian Jawa pos radar semarang
 - Koran harian Tribun Jateng
 - Koran harian Suara merdeka
 - Koran Jateng Pos
 - Radio RRI Semarang
 - Radio C
 - Radio Idola Semarang
 - Semarangmetro.com
 - Viva.com

G. Publikasi selama Studi Program Doktor :

1. Solichul Huda, Riyanarto Sarno, dan Tohari Ahmad. (2015). "Fuzzy MADM Approach for Rating of Process-based Fraud", Journal of ICT research and Its Application, Vol 9. No. 2, pp. 111 – 128
2. Solichul Huda, Riyanarto Sarno, dan Tohari Ahmad . (2016). "Increasing Accuracy of Process-based Fraud Detection Using a Behavior Model", International Journal of Software engineering and Its Applications, Vol. 10, No. 5, pp. 175-188.
3. Solichul Huda, Riyanarto Sarno, Tohari Ahmad, dan Heru Agus Santoso. (2014) "Identification of Process-based Fraud Pattern in Credit Application ", 2014 2nd International conference on information and communication technology (ICoICT), Bandung Juny 28rd – 29rd, IcoICT.