



TESIS - IF185401

***CONDITIONAL CAUSAL FOOTPRINT MATCHING  
UNTUK DETEKSI ANOMALI ILLEGAL PATTERN  
DAN WRONG DECISION PADA TRANSAKSI  
ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)***

**CAHYANINGTYAS SEKAR WAHYUNI  
NRP. 05111850010005**

**DOSEN PEMBIMBING  
Prof. Drs. Ec. Ir. Riyanarto Sarno, M. Sc., Ph.D**

**Departemen Informatika  
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2020**





TESIS - IF185401

***CONDITIONAL CAUSAL FOOTPRINT MATCHING  
UNTUK DETEKSI ANOMALI ILLEGAL PATTERN  
DAN WRONG DECISION PADA TRANSAKSI  
ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)***

**CAHYANINGTYAS SEKAR WAHYUNI  
NRP. 05111850010005**

**DOSEN PEMBIMBING  
Prof. Drs. Ec. Ir. Riyanarto Sarno, M. Sc., Ph.D**

**Departemen Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2020**



## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

**Magister Komputer (M. Kom)**

di

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

oleh:

**CAHYANINGTYAS SEKAR WAHYUNI**

**NRP: 05111850010005**

Tanggal Ujian : 13 Januari 2020

Periode Wisuda : Maret 2020

Disetujui oleh:

**Pembimbing:**

Prof. Drs. Ec. Ir. Riyanarto Sarno, M. Sc., Ph.D

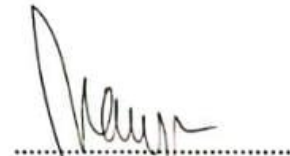
NIP. 19590803 198601 1 001



**Penguji:**

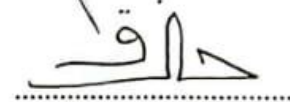
Dr. Ir. Raden Venantius Hari Ginardi, M. Sc.

NIP. 19650518 199203 1 003



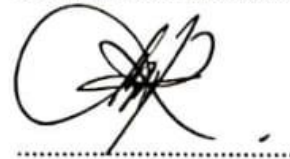
Hadziq Fabroyir, S. Kom., Ph.D

NIP. 19860227 201903 1 006



Ary Mazharuddin, S. Kom., M. Comp. Sc., Ph.D.

NIP. 19810620 200501 1 003



Dr. Eng. Chastine Fatichah, S. Kom., M. Kom.

NIP. 197512202001122002

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*

**CONDITIONAL CAUSAL FOOTPRINT MATCHING UNTUK DETEKSI  
ANOMALI *ILLEGAL PATTERN* DAN *WRONG DECISION* PADA  
TRANSAKSI *ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)***

Nama : Cahyaningtyas Sekar Wahyuni  
NRP : 05111850010005  
Pembimbing : Prof. Drs. Ec. Ir. Riyanarto Sarno M.Sc Ph.D

**ABSTRAK**

Enterprise Resource Planning (ERP) adalah aplikasi yang digunakan untuk mendukung proses bisnis. Namun, tidak semua proses sepenuhnya otomatis. Dengan demikian, kondisi ini menyebabkan munculnya proses anomali. Beberapa metode anomali, yaitu *Process-based Fraud* dan *Anomaly Pattern Rule*, masih memiliki kelemahan dalam mendeteksi anomali. Metode tersebut gagal dalam menangkap *illegal pattern* karena metode tersebut hanya mempertimbangkan urutan kegiatan tanpa memperhatikan konten dan informasi tambahan yang terkait dengan kegiatan.

Penelitian ini mengusulkan metode yang mengombinasikan *conditional causal footprint*, metode similaritas baru, dan algoritma *pattern matching* untuk menangkap anomali. *Conditional causal footprint* memperluas *causal footprint* dengan menambahkan nilai kondisional dari suatu aktivitas. Selanjutnya, *conditional causal footprint* diukur dengan metode similaritas baru untuk mendapatkan hasil similaritas tertinggi dari setiap *trace*. Penelitian ini mengusulkan metode similaritas untuk memberikan hasil yang lebih tepat dengan membedakan operator hubungan paralel, yaitu AND, OR, dan XOR. Terakhir, hasil tertinggi dari metode similaritas dibandingkan melalui *pattern matching* untuk menangkap anomali.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode usulan mampu meningkatkan sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi hingga 100%. Hal ini menunjukkan bahwa metode usulan lebih baik dalam mendeteksi anomali dibandingkan metode terdahulu.

**Kata kunci:** *anomaly detection, behavioral similarity, conditional causal footprint, illegal pattern, pattern matching*





# **CONDITIONAL CAUSAL FOOTPRINT MATCHING FOR DETECTING ANOMALY OF ILLEGAL PATTERN AND WRONG DECISION IN ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP) TRANSACTIONS**

Nama : Cahyaningtyas Sekar Wahyuni  
NRP : 05111850010005  
Pembimbing : Prof. Drs. Ec. Ir. Riyanarto Sarno M.Sc Ph.D

## **ABSTRACT**

Enterprise Resource Planning (ERP) is an application used to support business processes of a company. Nevertheless, in practical not all business processes are fully-automated. Thus, this condition led to the emergence of anomalous processes. Several existing anomaly methods, i.e. Process-based Fraud and Anomaly Pattern Rules, still have drawbacks in detecting anomaly. Firstly, the thirteen types of anomaly (or can be called anomaly attributes) failed to capture illegal patterns. Secondly, they only considered the activities order without paying attention to the content and additional information related to the activities.

This research proposes a method that combined conditional causal footprint, novel similarity method, and pattern matching algorithm to capture the anomaly. Conditional causal footprint extends causal footprint by adding conditional value of the activities. Next, the conditional causal footprints are measured by the novel similarity method to obtain the highest similarity result of each trace. This research proposes a similarity method to give a more precise result by differentiating the operator of parallel relationships, i.e. AND, OR, and XOR. Lastly, the highest result of similarity method is compared through pattern matching to capture the anomalies.

The experiment results showed that the proposed method was able to increase the sensitivity, specificity, and accuracy to 100% each. It can be concluded that the proposed method was able to detect anomaly process compared to other previous methods.

**Keywords: anomaly detection, behavioral similarity, conditional causal footprint, illegal pattern, pattern matching**



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga tesis berjudul “*Conditional Causal Footprint Matching* untuk Mendeteksi Anomali *Illegal Pattern* pada Transaksi *Enterprise Resource Planning* (ERP)” ini dapat selesai sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Pengerjaan tesis ini menjadi sebuah sarana untuk penulis memperdalam ilmu yang telah didapatkan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, khususnya dalam disiplin ilmu Teknik Informatika. terselesaikannya buku tesis ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan semua pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mama dan Ayah yang selalu memberikan dukungan berupa doa dan nutrisi.
2. Adik Anggitia Retno Dewanti yang memberikan hiburan dan semangat kepada penulis.
3. Popo Mpus dan Thomas Kukuk yang memberikan hiburan dan semangat kepada penulis.
4. Bapak Prof. Drs. Ec. Ir. Riyanarto Sarno, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu selama proses pengerjaan tesis.
5. Teman-teman seperjuangan yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam penyelesaian tesis, Irzal Ahmad Sabilla, Shoffi Izza Sabilla, Muhammad Taufiqulsa'di, Azzam Jihad Ulhaq, Ari Mahardika Ahmad Nafis, Windy Rahmadia Pradanita, dan Ana Tsalisatun Ni'mah.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Informatika ITS yang banyak memberikan ilmu dan bimbingan bagi penulis, khususnya Ibu Kelly Rossa Sungkono, S.Kom, M.Kom.
7. Bapak Dr. Ir. Raden Venantius Hari Ginardi, M.Sc., Hadziq Fabroyir, S.Kom., Ph.D, dan Ary Mazharuddin, S. Kom., M. Comp. Sc., Ph. D. sebagai dosen penguji yang memberikan masukan dan kritik yang membangun untuk tesis ini.

8. Seluruh staf dan karyawan FTIK ITS yang banyak memberikan kelancaran administrasi akademik kepada penulis, khususnya Mbak Lina Ambarwati dan Mbak Yasnaul Khakima.
9. Serta semua pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak sekali kekurangan. Dengan kerendahan hati, penulis memohon maaf sebesar-besarnya atas kekurangan tersebut.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

SAMPUL .....	i
COVER .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xix
DAFTAR DEFINISI .....	xxi
BAB 1 .....	1
1. 1. Latar Belakang .....	1
1. 2. Rumusan Masalah .....	5
1. 3. Tujuan Penelitian.....	5
1. 4. Manfaat Penelitian.....	5
1. 5. Kontribusi Penelitian.....	5
1. 6. Batasan Masalah.....	5
BAB 2 .....	7
2. 1. Model Proses .....	7
2. 2. Similaritas Model Proses.....	10
2. 3. <i>Trace</i> dalam Model .....	14
2. 4. <i>Causal Footprint</i> .....	16
2. 5. Relasi Paralel Model Proses .....	17
2. 6. RuleML .....	18
2. 7. <i>Extensible Stylesheet Language Translator (XSLT)</i> .....	20
2. 8. <i>Javascript</i> .....	20
2. 9. <i>Graph Inscribed Logic (Grailog)</i> .....	20
2. 10. Anomali Model Proses .....	21
2. 11. Perbedaan <i>Wrong Decision</i> , <i>Wrong Pattern</i> , <i>Illegal Pattern</i> , dan <i>Wrong Decision containing Illegal Pattern</i> .....	24

BAB 3 .....	29
3. 1. Mendeklarasikan <i>Causal Footprint</i> SOP .....	30
3. 2. Preprocessing .....	32
3. 3. Pembentukan <i>Conditional Causal Footprint</i> dari <i>Traces Event Log</i> .....	33
3. 4. <i>Pattern Matching</i> .....	34
3. 5. Visualisasi Grailog .....	37
3. 6. Rancangan <i>Timeline</i> Pengerjaan Tesis .....	38
BAB 4 .....	41
4. 1. Model Proses .....	41
4. 2. Pembentukan <i>Causal Footprint</i> .....	42
4. 3. Usulan Metode Similaritas dan <i>Pattern Matching</i> .....	47
4.3.1Metode Similaritas Jaccard .....	48
4.3.2Metode Similaritas <i>Transition Adjacency Relations</i> (TARs).....	50
4.3.3Metode Similaritas <i>Graph Edit Distance</i> (GED) .....	51
4.3.4Metode Similaritas Usulan .....	52
4. 4. Deteksi Anomali.....	56
4. 5. Visualisasi Anomali menggunakan Grailog.....	59
BAB 5 .....	63
5. 1. Kesimpulan.....	63
5. 2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	69
A. Informasi <i>Case</i> terjadinya Anomali pada Modul <i>Discount</i> .....	69
A. 1.Modul <i>Discount</i> .....	69
B. Informasi <i>Case</i> terjadinya Anomali pada Modul <i>Purchasing</i> .....	69
B. 1.Modul <i>Purchasing</i> .....	69
B. 1. 1 <i>Illegal Pattern</i> .....	69
B. 1. 2 <i>Wrong Decision</i> .....	72
C. Kode RuleML.....	73
D. Visualisasi Anomali menggunakan Grailog.....	118
BIOGRAFI PENULIS .....	155

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Potongan Event Log pada Purchasing dan Selling .....	8
Tabel 2.2 Causal Footprint dari Gambar 2.3.....	16
Tabel 2.3 Tabel Kebenaran dari Relasi Paralel.....	17
Tabel 2.4 Contoh Penggunaan RuleML untuk Visualisasi Anomali .....	19
Tabel 2.5 Rule dan Representasi Grailog.....	21
Tabel 3.1 Algoritma Causal Footprint .....	32
Tabel 3.2 Proses Pembersihan Data dari Message.....	33
Tabel 3.3 Algoritma Usulan untuk Control-Flow Pattern Model Proses.....	33
Table 3.4. Algoritma Usulan Pendeteksi Anomali.....	37
Tabel 3.5 Jadwal Penelitian.....	39
Tabel 4.1 Conditional Causal Footprint SOP Modul Purchasing (a) Trace 1, (b) Trace 2, dan (c) Trace 3 .....	43
Tabel 4.2 Conditional Causal Footprint event log Purchasing (a) Trace 1, (b) Trace 2, (c) Trace 3, dan (d) Trace 4.....	44
Tabel 4.3 Conditional Causal Footprint SOP Modul Discount (a) Trace 1 dan (b) Trace 2.....	45
Tabel 4.4 Conditional Causal Footprint event log Discount (a) Trace 1, (b) Trace 2, (c) Trace 3, dan (d) Trace 4.....	46
Tabel 4.5 Keterangan Alias.....	47
Tabel 4.6 Hasil Similaritas <i>Conditional Causal Footprint per Trace</i> .....	55
Tabel 4.7 Potongan Letak Anomali pada Modul Purchasing .....	57
Tabel 4.8 Potongan Letak Anomali pada Modul Discount.....	57
Tabel 4.9 <i>Confusion Matrix</i> .....	58
Tabel 4.10 Potongan Kode RuleML untuk Representasi Grailog .....	60

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambaran Graf Model Purchasing dari Event Log menggunakan Algoritma Graph-database [5].....	9
Gambar 2.2 Gambaran Graf Model Selling dari Event Log menggunakan Algoritma Graph-database [5].....	9
Gambar 2.3 Contoh Model Proses OR Empat Cabang .....	15
Gambar 2.4 Contoh Visualisasi Anomali menggunakan Grailog.....	21
Gambar 2.5 Anomaly Pattern dengan Control-Flow Pattern untuk Purchasing ...	26
Gambar 2.6 Anomaly Pattern dengan Control-Flow Pattern untuk Discount .....	27
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian Tesis.....	29
Gambar 3.2 Potongan XPDL .....	32
Gambar 3.3 Contoh Visualisasi Grailog pada Atribut Anomali Illegal Pattern pada Purchasing.....	38
Gambar 3.4 Contoh Visualisasi Grailog untuk Atribut Anomali Illegal Pattern pada Discount.....	38
Gambar 4.1 Model Proses Secara Umum pada Transaksi ERP.....	41
Gambar 4.2 Graf yang Mengandung Relasi Paralel (a) AND, (b) OR, dan (c) XOR .....	48
Gambar 4.3 Perbandingan Hasil Similaritas Metode Terdahulu dengan Metode Usulan .....	55
Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Akurasi Metode Deteksi Anomali Usulan dengan Metode Deteksi Anomali Terdahulu .....	59
Gambar 4.5 Hasil Visualisasi Anomali menggunakan Grailog .....	61

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (1) Jaccard.....	10
Persamaan (2) <i>Transition Adjacency Relations</i> (TARs).....	11
Persamaan (3) <i>Graph Edit Distance</i> (GED).....	12
Persamaan (4) <i>snv</i> .....	12
Persamaan (5) <i>sev</i> .....	12
Persamaan (6) <i>sbv</i> .....	12
Persamaan (7) <i>Cosine measure</i> .....	13
Persamaan (8) Becker.....	13
Persamaan (9) Rumus Similaritas Usulan.....	34
Persamaan (10) $d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y})$ .....	34
Persamaan (11) $d_{  }(M_{CF_x}, M_{CF_y})$ .....	34
Persamaan (12) $d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})$ .....	34
Persamaan (13) $d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})$ .....	34
Persamaan (14) $N_{  }$ AND.....	35
Persamaan (15) $N_{  }$ AND Permutasi.....	35
Persamaan (16) $N_{  }$ OR.....	35
Persamaan (17) $N_{  }$ OR Kombinasi.....	36
Persamaan (18) $N_{  }$ <i>double loop</i> .....	36
Persamaan (19) $N_{  }$ XOR.....	36
Persamaan (20) $N_{\rightarrow} = N_{\leftarrow}$ .....	36
Persamaan (21) $N_{\#}$ .....	37
Persamaan (22) <i>Accuracy</i> .....	58
Persamaan (23) <i>Specificity</i> .....	58
Persamaan (24) <i>Sensitifity</i> .....	58

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR DEFINISI

Definisi 2.1. Metode Similaritas Jaccard .....	10
Definisi 2.2. <i>Transition Adjacency Relations</i> (TARs) .....	11
Definisi 2.3. <i>Graph Edit Distance</i> . .....	11
Definisi 2.4. <i>Cosine measure</i> .....	12
Definisi 2.5. <i>Trace</i> .....	14
Definisi 2.6. <i>Maximum Trace</i> .....	14
Definisi 3.1. Model Proses.....	30
Definisi 3.2. <i>Causal Footprint</i> . .....	31

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Bab ini merupakan penjelasan mengenai beberapa hal dasar dalam pembuatan proposal penelitian. Hal-hal yang dimaksud meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kontribusi penelitian, serta batasan masalah.

### 1. 1. Latar Belakang

Enterprise Resource Planning (ERP) adalah aplikasi yang digunakan untuk secara otomatis mendukung proses bisnis perusahaan. Namun demikian, tidak semua proses bisnis sepenuhnya otomatis karena kebijakan perusahaan. Misalnya, pemilik bisnis tidak dapat memantau seluruh proses bisnis, sehingga akses proses bisnis diberikan kepada karyawan. Adanya campur tangan manusia menyebabkan munculnya proses anomali.

Anomali dalam proses bisnis dapat diartikan sebagai suatu proses yang tidak sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) [1]. Jika tidak ditangani lebih lanjut, berbagai masalah yang merugikan perusahaan dapat terjadi, misalnya adalah kecurangan atau *fraud*. *Fraud* didefinisikan sebagai suatu tindakan kecurangan yang dapat merugikan perusahaan demi keuntungan pribadi. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang tepat untuk mendeteksi adanya anomali proses.

Terdapat beberapa metode terdahulu dalam mendeteksi anomali proses [2]–[6]. Dalam penelitian sebelumnya, diusulkan 10 tipe anomali (atau disebut juga atribut anomali), yaitu *skip sequence*, *skip decision*, *throughput time max*, *throughput time min*, *wrong resource*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, *wrong duty combine*, *wrong pattern*, dan *wrong decision* [2]. Anomali ditangkap melalui beberapa tahap, yaitu dengan menghitung akumulasi kemunculan atribut anomali di setiap *case* lalu mengubahnya ke dalam nilai *fuzzy* dengan nilai *high*, *medium*, dan *low*. Bagaimanapun, metode ini hanya mendeteksi anomali dengan memperhatikan urutan proses pada *event log*, waktu eksekusi, dan benar atau

salah *originator* yang mengeksekusi proses tersebut, tanpa melihat informasi tambahan dari *event log* tersebut dengan tabel-tabel lain pada database ERP. Selanjutnya, metode ini dikembangkan dengan menambahkan satu atribut anomali, yakni *parallel event* dan menambahkan bobot *originator behavior* di setiap atribut anomali yang diusulkan [3]. Metode tersebut masih gagal dalam mengidentifikasi anomali yang tidak bisa hanya dilihat dari urutan aktivitas di dalam *event log*. Selanjutnya, terdapat penelitian yang mengusulkan klasifikasi anomali menggunakan metode Hidden Markov Model (HMM). Metode tersebut mengusulkan dua atribut baru yang dapat digunakan untuk mendeteksi kecurangan pada instansi keuangan, yaitu *under collateral* dan *over collateral* [4]. Namun, metode HMM memiliki kelemahan dalam mengklasifikasikan proses anomali, di mana nilai yang diberikan pada masing-masing atribut adalah berdasarkan probabilitas kemunculan anomali di awal. Nilai yang didapatkan dari HMM bisa tidak tepat dalam mengklasifikasikan proses anomali karena sangat bergantung pada *initial probability state matrix* dan kualitas *data training*. Selanjutnya, terdapat penelitian yang mendeteksi anomali menggunakan algoritma *graph-database*, di mana proses dengan frekuensi kemunculan terendah akan difilter dan dihapus dari *database*. Sehingga, model proses yang terbentuk terbebas dari anomali [5]. Namun, metode tersebut memiliki kelemahan, bahwa tidak semua proses dengan frekuensi terendah adalah anomali. Maka, metode tersebut dinilai kurang tepat. Penelitian terbaru terakhir untuk deteksi anomali adalah dengan menggunakan *control-flow pattern* dan *fuzzy regression* [6]. *Control-flow pattern* digunakan untuk membentuk *anomaly pattern* dan *fuzzy regression* digunakan untuk menilai *Rate of Anomaly* (ROA). Pada penelitian ini, peneliti telah mengusulkan *anomaly pattern* untuk atribut *wrong pattern*. Namun, *anomaly pattern* tersebut ditujukan untuk menangkap anomali berdasarkan urutan model proses yang didapat dari *event log* saja.

Berdasarkan permasalahan dan kekurangan metode pada penelitian terdahulu, penulis mengusulkan atribut anomali tambahan untuk mendeteksi anomali pada proses transaksi jual beli, yakni *illegal pattern*. Usulan atribut anomali ini juga dapat diimplementasikan ke suatu toko penyedia barang dan jasa. Contohnya yaitu untuk menangkap kecurangan ketika toko membeli barang pada pemasok



dengan harga mahal. Padahal, jika ingin memaksimalkan pendapatan dan keuntungan, toko harus memilih barang termurah dari pemasok termurah. Selanjutnya, *illegal pattern* juga digunakan untuk menangkap kecurangan saat terjadi diskon atau potongan harga di mana pengatur diskon bisa saja menaikkan nominal diskon sewaktu waktu untuk transaksi tertentu atau untuk melayani pelanggan tertentu. Kecurangan ini tentu dapat merugikan keuangan toko jika tidak dapat dideteksi dengan tepat. Tentu saja, kecurangan-kecurangan ini tidak dapat ditangkap hanya dengan metode-metode sebelumnya. Sehingga, perlu adanya atribut *illegal pattern* untuk menangkap jenis kecurangan tersebut.

Untuk mendeteksi anomali tersebut, *conditional causal footprint* dibentuk dari jalur-jalur atau *trace* yang terdapat dalam *event log*. Kemudian, *conditional causal footprint* dari jalur-jalur atau *trace* SOP juga dibentuk berdasarkan *XML Process Definition Language (XPDL) Business Process Modelling Notations (BPMN)*. Adapun jumlah *conditional causal footprint* yang terbentuk sama dengan jumlah *trace* yang ada. *Causal footprint* dipilih karena mampu menggambarkan aliran proses yang lebih jelas, seperti hubungan NEXT, PREVIOUS, dan paralel, sehingga dapat mendeteksi pola SOP yang berbeda. Namun demikian, *causal footprint* masih memiliki kelemahan, yaitu, hanya menggambarkan aliran proses tanpa memperhatikan nilai kondisional dari suatu aktivitas. Oleh karena itu, *conditional causal footprint* diusulkan.

Dalam mendeteksi anomali, *pattern matching* dilakukan dengan cara mengukur nilai *similarity* antar *conditional causal footprint*. Adapun beberapa algoritma yang telah banyak digunakan untuk mengukur similaritas adalah *Jaccard* [7], *Transition Adjacency Relations (TARs)* [8], *Graph Edit Distance (GED)* [9], [10], dan *Cosine measure* [10], [11]. Namun, algoritma-algoritma tersebut tidak dapat membedakan operator relasi paralel suatu model. Sehingga, penulis mengusulkan modifikasi Rumus Becker untuk mengukur similaritas kedua *conditional causal footprint*. Adapun Rumus Becker dasar telah diusulkan sebelumnya [12]. Rumus Becker dimodifikasi sehingga dapat mengukur similaritas model proses secara lebih tepat dengan membedakan operator dari relasi paralel, yaitu AND, OR, dan XOR (hal ini diverifikasi di Bab 4). Setelah mendapatkan nilai similaritas, nilai terbesar dipilih untuk dilakukan *pattern matching* antar *conditional causal*.

Dalam menampilkan hasil deteksi anomali, beberapa peneliti terdahulu hanya menampilkan tabel berisi kode anomali, kode *case* yang mengandung anomali, jenis atribut anomali yang ditemukan, serta level atribut anomali yang ditemukan (*high*, *medium*, dan *low*). Metode tersebut tidak dapat menampilkan bagaimana alur proses yang mengandung anomali tersebut, oleh siapa anomali tersebut dilakukan, dan di mana letak anomali tersebut ditemukan. Oleh sebab itu, penulis mengusulkan visualisasi anomali dengan mengadopsi notasi-notasi *Graph Inscribed Logic* (Grailog) [13], [14].

Terdapat dua penelitian terdahulu mengenai visualisasi Grailog. Penelitian pertama [13] membahas pembuatan *tools* untuk mengubah RuleML menjadi Grailog dalam ekstensi file *.svg* melalui *Extensible Stylesheet Language Translator* (XSLT) dan Javascript untuk mengatur tampilan Grailog seperti menghitung koordinat dan dimensi. Penelitian ini dikembangkan selanjutnya [14] dengan menambahkan *purifier* untuk menghapus Javascript internal untuk mengurangi waktu *rendering* Grailog dan mengurangi ukuran file akhir. Dari kedua penelitian terdahulu, Grailog masih dimanfaatkan untuk contoh kasus sederhana seperti logika implikasi dan pembentukan RuleML pun masih manual, tidak secara otomatis. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk mengusulkan algoritma pembentukan RuleML secara otomatis untuk memvisualisasikan anomali pada kegiatan jual beli.

Berdasarkan uraian kasus tersebut, penulis mengangkat judul yaitu “*Conditional Causal Footprint Matching* untuk Mendeteksi Anomali *Illegal Pattern* pada Transaksi *Enterprise Resource Planning* (ERP)”. Grailog model dipilih untuk lebih bisa menggambarkan keadaan proses yang mengandung anomali. Adapun beberapa kontribusi dalam tesis ini adalah :

1. Mengusulkan metode deteksi anomali dengan menggabungkan *conditional causal footprint*, metode similaritas baru, dan algoritma *pattern matching*.
2. Mengusulkan *conditional causal footprint* untuk menggambarkan *behavioral* beserta atribut *conditional*.
3. Mengusulkan metode similaritas untuk deteksi anomali proses.
4. Membuktikan bahwa metode usulan mampu mendeteksi anomali dengan hasil lebih baik dibandingkan metode terdahulu.

## **1. 2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana usulan atribut anomali *illegal pattern*?
2. Bagaimana usulan *conditional causal footprint*?
3. Bagaimana usulan metode similaritas untuk deteksi anomali proses?

## **1. 3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengusulkan atribut baru untuk anomali, yaitu *illegal pattern*.
2. Mengusulkan *conditional causal footprint*.
3. Mengusulkan metode similaritas untuk deteksi anomali proses.

## **1. 4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini mengusulkan atribut anomali, yaitu *illegal pattern* untuk diterapkan pada transaksi jual beli ERP. Untuk mendeteksi anomali model proses, *pattern matching* dilakukan dengan mengukur similaritas antar kedua *conditional causal footprint*. Kedua usulan ini tentu juga melengkapi metode deteksi anomali sebelumnya. Anomali yang terdeteksi pun tidak hanya ditampilkan dalam tabel yang berisi atribut anomali yang ditemukan, tetapi juga dapat divisualisasikan secara lebih jelas menggunakan Grailog sehingga analis atau auditor dapat memahami lebih detail perihal anomali tersebut.

## **1. 5. Kontribusi Penelitian**

Adapun kontribusi penelitian ini adalah:

1. Mengusulkan atribut baru untuk anomali, yaitu *illegal pattern*.
2. Mengusulkan *conditional causal footprint*.
3. Mengusulkan metode similaritas untuk deteksi anomali proses.

## **1. 6. Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki beberapa batasan antara lain:

1. SOP digambarkan menggunakan BPMN, di mana file XPDL dari BPMN tersebut akan dikonversi ke dalam *causal footprint*.
2. Implementasi program menggunakan Python.
3. Jenis atribut anomali yang dibahas adalah *illegal pattern* dan *wrong decision*.
4. Grailog digunakan untuk visualisasi anomali yang tertangkap.
5. Data yang digunakan adalah data transaksi jual beli ERP.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai referensi terkait penyelesaian masalah dalam penelitian. Beberapa hal yang dijelaskan pada Bab ini yaitu tentang Model proses, RuleML, *Extensible Stylesheet Language Translator (XSLT)*, *Javascript*, *Grailog*, definisi anomali, dan jenis-jenis anomali yang akan dibahas.

#### **2. 1. Model Proses**

Model proses berperan sebagai instrumen untuk menjelaskan serangkaian aktivitas dalam suatu organisasi. Model proses juga digunakan sebagai alat komunikasi antar stakeholder organisasi untuk memahami tahapan suatu proses. Penelitian pada bidang ini telah menjadi fokus utama baru-baru ini untuk memahami aktivitas perusahaan.

*Process mining* [15] merupakan salah satu bidang ilmu untuk membentuk model proses secara otomatis dari *event log*. *Event log* [16] itu sendiri merupakan sebuah *audit trail* yang menyimpan tahapan aktivitas yang dieksekusi oleh suatu sistem. Guna melihat proses aktual yang dijalankan perusahaan, *process mining* pun digunakan [17].

Beberapa metode *process mining* telah diusulkan untuk membentuk model proses aktual secara otomatis dari *event log*, yang disebut sebagai *process discovery* [18]–[20]. *Process discovery* ini ditujukan untuk melihat alur proses aktual, karena dalam praktiknya banyak eksekusi proses yang tidak sesuai *Standard Operating Procedure (SOP)* [15].

Tabel 2.1 menunjukkan potongan *event log* tersebut merekam kegiatan jual beli, kapan saat toko melakukan kulakan, dan kapan saat toko melakukan penjualan ke konsumen. Adapun gambaran model proses pada *Department Purchasing* dan *Department Selling* masing-masing ditunjukkan oleh Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.

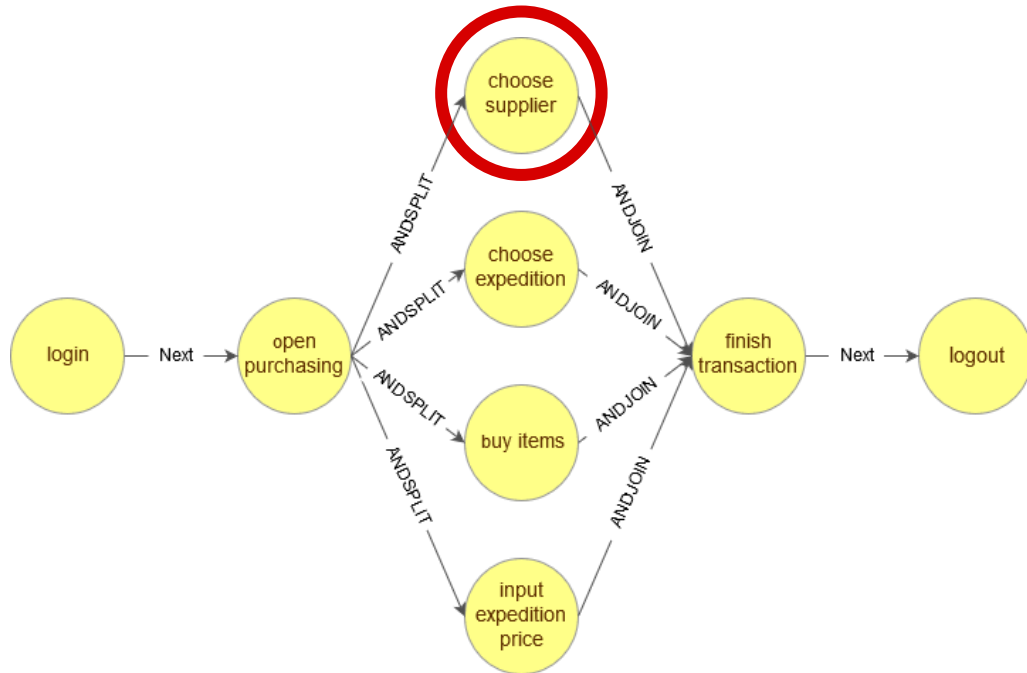
Pada Gambar 2.1, sebelum aktivitas *choose supplier* (lihat bagian lingkaran merah), perusahaan pasti memiliki beberapa aktivitas dalam satu prosedur seperti

mengecek harga item dan harga ongkos kirim dari supplier tersebut. Kecurangan dalam aktivitas *choose supplier* dapat dideteksi ketika staf yang bertugas memilih supplier dengan kriteria harga barang yang mahal dan/atau ongkos kirim yang mahal. Selain itu, kecurangan juga dapat diidentifikasi ketika items masih memiliki stok yang tergolong tinggi, namun staf melakukan restok terhadap items tersebut. Oleh karena itu, sebelum aktivitas *choose supplier*, terdapat beberapa aktivitas seperti pengecekan seperti mengecek jumlah stok, harga items, dan harga ongkos kirim. Adapun model keseluruhan sebelum *choose supplier* tertera pada Gambar 2.5. Sehingga, untuk mendeteksi kecurangan pada aktivitas *choose supplier* (lihat bagian lingkaran merah) memerlukan pemeriksaan informasi tambahan pada tabel-tabel lain di database.

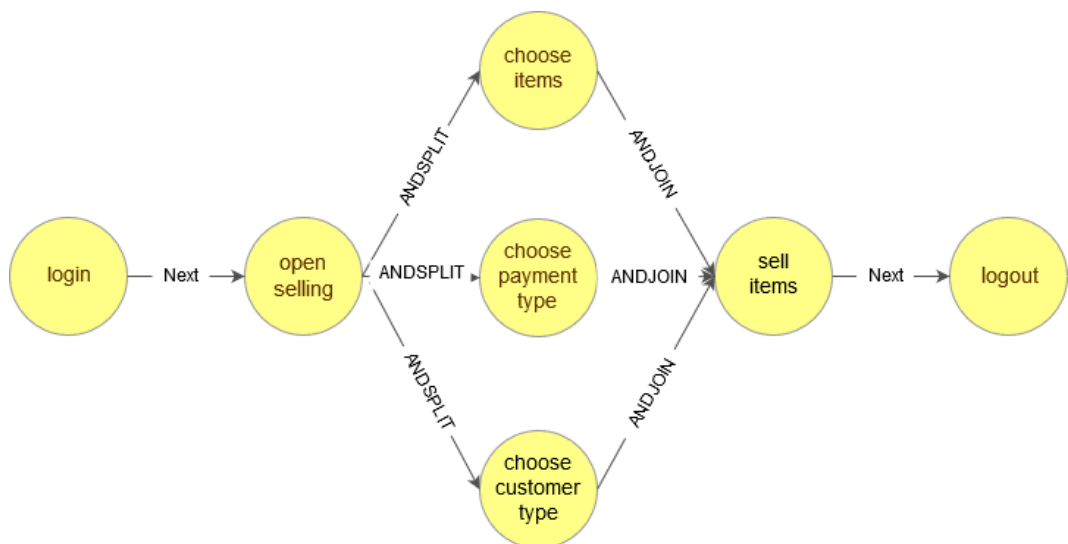
Tabel 2.1 Contoh Potongan *Event Log* pada *Purchasing* dan *Selling*

CaseId	Activities	Department	Originator	Timestamp
1	user login	LOGIN	P_Staff	2019-09-01 07.20.15
1	open purchasing	Purchasing	P_Staff	2019-09-01 07.24.12
1	choose supplier	Purchasing	P_Staff	2019-09-01 07.28.09
1	choose expedition	Purchasing	P_Staff	2019-09-01 07.32.06
1	buy items	Purchasing	P_Staff	2019-09-01 07.36.03
1	input expedition price	Purchasing	P_Staff	2019-09-01 07.40.00
1	finish transaction	Purchasing	P_Staff	2019-09-01 07.43.57
1	Logout	LOGOUT	P_Staff	2019-09-01 07.47.54
...	...	...	...	...
10	user login	LOGIN	S_Staff	2019-09-11 07.20.15
10	open selling	Selling	S_Staff	2019-09-11 07.24.12
10	choose items	Selling	S_Staff	2019-09-11 07.28.09
10	choose payment type	Selling	S_Staff	2019-09-11 07.32.06
10	choose customer type	Selling	S_Staff	2019-09-11

				07.36.03
10	sell items	Selling	S_Staff	2019-09-11 07.40.00
10	Logout	LOGOUT	S_Staff	2019-09-11 07.43.57
...	...	...	...	...



Gambar 2.1 Gambaran Graf Model Purchasing dari *Event Log* menggunakan Algoritma *Graph-database* [5]



Gambar 2.2 Gambaran Graf Model *Selling* dari *Event Log* menggunakan Algoritma *Graph-database* [5]

## 2.2. Similaritas Model Proses

Beberapa penelitian terdahulu telah mengusulkan dan mengimplementasikan metode similaritas untuk mengukur kemiripan antar model proses, baik dari segi struktural, behavioral, dan / atau semantik [8]–[12], [21]–[23]. Salah satu contoh peneliti terdahulu [8] menggunakan metode similaritas *Jaccard* dan *Transition Adjacency Relations* (TARs) untuk mendapatkan kesamaan model proses dari segi struktural dan *behavioral*. Sebagaimana dijelaskan pada tentang metode *Jaccard* dan Definisi 2.2 tentang metode *Transition Adjacency Relations* (TARs). Nilai similaritas *Jaccard* didapatkan dari jumlah komponen yang sama dari suatu model, seperti jumlah *node* dan *edge* yang sama, dibagi dengan jumlah seluruh komponen dari dua model. Sedangkan nilai similaritas *Transition Adjacency Relations* (TARs) didapatkan dari jumlah kuadrat komponen proses yang sama, dibagi dengan perkalian jumlah komponen kedua model.

**Definisi 2.1. Metode Similaritas Jaccard.** Diberikan  $x$  sebagai *node* suatu proses dan  $y$  sebagai *edge* dari suatu proses.  $x_1, y_1 \in G_1$ ;  $x_2, y_2 \in G_2$ , di mana  $G_1$  adalah model proses pertama dan  $G_2$  model proses kedua.

Metode similaritas Jaccard dirumuskan sebagai Persamaan (1).

$$J(x, y) = \begin{cases} \frac{\sum(x_1 \cap x_2) + \sum(y_1 \cap y_2)}{\sum(x_1 \cup x_2) + \sum(y_1 \cup y_2)} & \text{if } x \cup y \neq \emptyset \\ 1 & \text{if } x \cup y = \emptyset \end{cases} \quad (1)$$

di mana

$x$  adalah *node*,

$y$  adalah *edge*,

$x_1 \cap x_2$  adalah kumpulan *node* yang sama dari dua model,

$y_1 \cap y_2$  adalah kumpulan *edge* yang sama dari dua model,

$x_1 \cup x_2$  adalah gabungan jumlah *node*, dan

$y_1 \cup y_2$  adalah gabungan jumlah *edge*.



Berdasarkan Definisi 2.1., metode similaritas *Jaccard* tidak membedakan nilai dari operator relasi paralel, namun hanya memephrhatikan jumlah komponen yang sama dari kedua model yang dibandingkan. Hal tersebut dibuktikan dalam Bab 4.

**Definisi 2.2. Transition Adjacency Relations (TARs).** Jika  $G = (N, E)$  adalah model proses yang mempunyai sekumpulan node  $N = \{n_1, n_2, n_3, \dots, n_x\}$  dan sekumpulan edge  $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_x\}$ . Dapat dikatakan bahwa  $e_1$  dan  $e_2$  adalah Transition Adjacency Relation (TAR), dan ditunjukkan dengan  $e_1 \xRightarrow{TAR} e_2$  jika dan hanya jika terdapat aliran sekuensial  $f_s$ , di mana  $r_1$  dieksekusi, dan  $f_s \xrightarrow{r_1} f_s'$ , sehingga  $r_2$  dieksekusi pada  $f_s'$ .

Persamaan metode similaritas TARs dirumuskan sebagai Persamaan (2).

$$TARs\ Sim = \frac{(The\ amount\ of\ similar\ TARset)^2}{TARset_1 \cdot TARset_2} \quad (2)$$

di mana

*TARset* adalah kumpulan komponen yang sama antara dua model.

Berdasarkan Definisi 2.2., metode similaritas *Transition Adjacency Relations* (TARs) tidak membedakan nilai dari operator relasi paralel, namun hanya memephrhatikan jumlah komponen yang sama dari kedua model yang dibandingkan. Hal tersebut dibuktikan dalam Bab 4.

Adapun metode similaritas lainnya adalah *Graph Edit Distance* (GED) [9], [10]. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Definisi 2.3, GED digunakan untuk mengukur kesamaan antar proses dengan menghitung operasi edit untuk mentransformasi satu model ke model yang lain. Selain itu, rumus asli GED menghitung substitusi label antara dua *node* yang sama dari kedua model. Adapun persamaan GED dapat dilihat dalam Persamaan (3) sampai Persamaan (6).

**Definisi 2.3. Graph Edit Distance (GED).** Jika  $G_1$  dan  $G_2$  adalah model proses satu dan model proses dua, maka nilai similaritas *Graph Edit Distance*  $SimGED(G_1, G_2)$  didefinisikan sebagai :

$SimGED(G_1, G_2) = \min_{(x_1, \dots, x_k) \in P(G_1, G_2)} \sum_{i=1}^k c(x_i)$ , di mana  $P(G_1, G_2)$  sekumpulan edit yang diperlukan untuk mentransformasi  $G_1$  ke  $G_2$  dan  $c(x) \geq 0$  adalah biaya GED untuk melakukan operasi  $x$ .

$$SimGED(G_1, G_2) = 1 - avg(snv, sev, sbv) \quad (3)$$

$$snv = \frac{|sn|}{|N1|+|N2|} \quad (4)$$

$$sev = \frac{|se|}{|E1|+|E2|} \quad (5)$$

$$sbv = \frac{2 \cdot \sum_{(n,m) \in M} 1 - Sim(n,m)}{|N1|+|N2|-|sn|} \quad (6)$$

di mana

$snv$  adalah rata-rata *node* yang ditambahkan atau dihapus,

$sev$  adalah rata-rata *edge* yang ditambahkan atau dihapus,

$sbv$  adalah rata-rata *label* yang disubstitusi,

$|sn|$  adalah jumlah *node* yang ditambahkan atau dihapus,

$|se|$  adalah jumlah *edge* yang ditambahkan atau dihapus,

$|N1|$  adalah jumlah *node* pada  $G_1$ ,

$|N2|$  adalah jumlah *node* pada  $G_2$ ,

$|E1|$  adalah jumlah *edge* pada  $G_1$ , dan

$|E2|$  adalah jumlah *edge* pada  $G_2$ .

Dari contoh di atas, kesamaan GED hanya mempertimbangkan jumlah node dan edge dari dua model, tetapi tidak membedakan operator relasi paralel. Hal tersebut dibuktikan dalam Bab 4.

Metode similaritas lainnya untuk mengukur kesamaan model proses adalah *Cosine measure* [11], [21]. Seperti yang dijelaskan pada Definisi 2.4, *Cosine measure* mengukur kesamaan model proses berdasarkan vektor.

**Definisi 2.4. Cosine Measure.** Misalkan  $\vec{A}$  dan  $\vec{B}$  adalah dua atribut vektor.  $A_i$  dan  $B_i$  adalah komponen dari  $\vec{A}$  dan  $\vec{B}$ .

Similaritas *Cosine measure*  $\cos \theta$  diformulasikan seperti Persamaan (7).

$$\text{Sim } \cos \theta = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{\sum A_i \cdot B_i}{\sqrt{\sum A_i^2 \sum B_i^2}} \quad (7)$$

di mana

$A_i$  adalah komponen aktivitas model A dan  $B_i$  adalah komponen aktivitas model B.

Dari contoh di atas, *Cosine measure* hanya mempertimbangkan komponen aktivitas dari dua model, tetapi tidak membedakan operator hubungan paralel. Hal tersebut dibuktikan dalam Bab 4.

Selain beberapa rumus umum yang telah disebutkan di atas, terdapat rumus Becker yang mengukur kemiripan model proses menggunakan pembagian *distance* dari kedua mode [12]. Adapun persamaan dari rumus Becker dapat dilihat di Persamaan (8).

$$\text{Sim}(M_x, M_y) = \frac{1}{1+d(M_x, M_y)} \quad (8)$$

di mana

$d(M_x, M_y)$  adalah *distance* atau jarak antar kedua model  $M_x$  dan  $M_y$ .

Adapun nilai dari jarak tersebut berada dalam rentang nol sampai satu dan memenuhi sifat-sifat sebagai berikut :

**Sifat 1.**  $d(M_x, M_y) > 0 \forall M_x, M_y \in M$  is positive value.

**Sifat 2.**  $d(M_x, M_y) = d(M_y, M_x) \forall M_x, M_y \in M$  is symmetrical.

**Sifat 3.**  $d(M_x, M_y) = 0$  iff  $M_x \equiv M_y \forall M_x, M_y \in M$  is identical.

Namun, dalam beberapa percobaan yang dilakukan, rumus Becker tersebut belum mampu membedakan relasi paralel AND, OR, dan XOR. Hal tersebut dibuktikan dalam Bab 4.

Berdasarkan beberapa kelemahan dan keterbatasan metode similaritas yang telah ada, penulis memodifikasi rumus Becker (akan dibahas lebih detail pada Bab 3) dengan memanfaatkan *causal footprint* kedua model untuk menentukan  $d(M_x, M_y)$ . Dengan menggunakan *causal footprint*, anomali proses dan nilai similaritas dapat terdeteksi secara lebih tepat dengan membedakan relasi paralel AND, OR, dan XOR. Hal tersebut dibuktikan dalam Bab 4.

### 2.3. Trace dalam Model

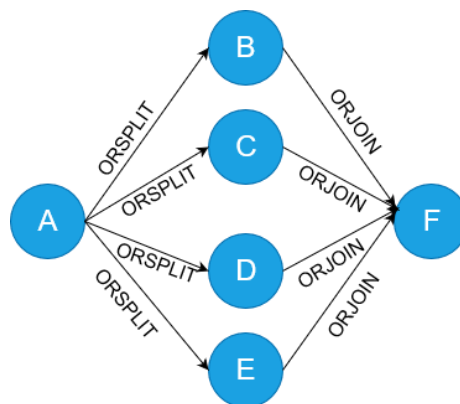
Suatu model proses dapat menggambarkan beberapa *trace* atau jalur yang mungkin dapat dilalui atau dieksekusi. *Trace* tersebut dapat digunakan untuk melihat perilaku proses setepat mungkin. Namun, hal tersebut dapat menyebabkan masalah kinerja karena adanya penggunaan suatu set *trace* dalam jumlah yang cukup besar [24]. Definisi 2.5 dan Definisi 2.6 menunjukkan suatu keadaan yang dapat membuktikan bahwa model dapat memiliki satu set *trace* yang cukup besar.

**Definisi 2.5. Trace.** Diberikan satu set Aktivitas  $A$ . Suatu *trace*  $T$  dapat didefinisikan sebagai  $T \in A^*$ . *Event log*  $L$  didefinisikan sebagai sekumpulan multiset *trace*, sehingga  $L = \{T, x\}$  di mana  $x$  adalah banyaknya *trace* di dalam *log*. Ukuran suatu *log* didapatkan dari banyaknya *trace* yang dimiliki suatu model, sehingga  $\forall \langle T, x \rangle \in L, size(L) = \sum x$ . Frekuensi dari suatu *trace* didefinisikan sebagai  $freq(T) = x / size(L)$ .

**Definisi 2.6. Maximum Trace.** Suatu Model  $M$  memiliki beberapa jenis relasi  $M_{rel}$ , yaitu sekuensial, AND, OR dan XOR yang memiliki  $n$  jumlah cabang. Jumlah maksimum *trace* dapat diketahui dengan  $max_x = P_n^n = n!$  iff  $M_{rel} = \text{AND}$ ,  $P_2^n + P_3^n + \dots + P_{n-1}^n$  iff  $M_{rel} = \text{OR}$ ,  $P_1^n = n$  iff  $M_{rel} = \text{XOR}$ , dan  $max_x = 1$  iff  $M_{rel} = \text{sekuensial}$ . Suatu Model  $M$  lengkap dapat memiliki maksimum jumlah lintasan sebesar  $max_x = n! + P_2^n + P_3^n + \dots + P_{n-1}^n + n + 1$ .

Sebagai contoh, jika suatu model proses memiliki 8 cabang dengan relasi AND, maka maksimum *trace* yang dimiliki model tersebut adalah 8! atau sama dengan 40.320 lintasan. Jika suatu model proses memiliki 10 cabang dengan relasi XOR, maka maksimum *trace* yang dimiliki adalah 10. Jika suatu model proses memiliki lima cabang OR, maka maksimum lintasan yang dimiliki adalah  $P_2^5 + P_3^5 + P_4^5 = 200$  lintasan. Maka, jika satu model mengandung 8 cabang AND, 10 cabang XOR, dan lima cabang OR, maka maksimum lintasan yang dapat dilalui adalah 40.530 lintasan. Oleh karena itu, suatu perkiraan ukuran perilaku proses telah cukup untuk mengukur similaritas kedua model, yaitu menggunakan *causal footprint*.

Sebagai contoh, sebuah model seperti yang tertera pada Gambar 2.3 mengandung relasi OR dengan empat cabang. Jika mengukur perilaku proses menggunakan *trace*, maka akan di dapatkan maksimum *trace* sebanyak 36 *traces*, karena lintasan harus dihitung saat aktivitas dalam cabang dipilih dua dari empat dan tiga dari empat, sehingga didapatkan  $P_2^4 = 12$  lintasan dan  $P_3^4 = 24$  lintasan. Dengan demikian, pengecekan aktivitas proses membutuhkan  $(12 \text{ lintasan} \times 4 \text{ node}) + (24 \text{ lintasan} \times 5 \text{ node}) = 168$  kali. Adapun lintasan yang dapat dibentuk dari Gambar 2.3 adalah **ABCDF**, **ABCEF**, **ABDCF**, **ABECF**, **ACBDF**, **ACBEF**, **ACDBF**, **ACEBF**, **ADBCF**, **ADBEF**, **ADCBF**, **ADEBF**, **AEBCF**, **AEBDF**, **AECBF**, **AEDBF**, **ABEDF**, **ABDEF**, **ACEDF**, **ACDEF**, **ADECF**, **ADCEF**, **AEDCF**, **AECDF**, **ABCF**, **ABDF**, **ABEF**, **ACBF**, **ACDF**, **ACEF**, **ADBF**, **ADCF**, **ADEF**, **AEBF**, **AECF**, dan **AEDF**.



Gambar 2.3 Contoh Model Proses OR Empat Cabang

Dengan menggunakan *causal footprint*, perilaku proses dapat dilihat dengan melakukan pengecekan sebanyak  $6 \times 6 = 36$  kali. *Causal footprint* untuk Gambar 2.3 dapat dilihat di Tabel 2.2. *Causal footprint* pada Tabel 2.2 telah mencakup seluruh *trace* dari  $P_2^4$  dan  $P_3^4$ . Contoh, dalam  $P_3^4$  relasi paralel **BC** atau **CB** telah tergambar dalam *causal footprint* Tabel 2.2 (bagian diarsir abu-abu).

Tabel 2.2 *Causal Footprint* dari Gambar 2.3

	A	B	C	D	E	F
A	#	→	→	→	→	#
B	←	#			#	→
C	←	#	#			→
D	←	#	#	#		→
E	←		#	#	#	→
F	#	←	←	←	←	#

#### 2.4. *Causal Footprint*

*Causal footprint*  $f$  suatu model proses ditunjukkan dalam matrix  $m \times m$  di mana  $m$  adalah jumlah aktivitas dalam suatu model. *Causal footprint*  $f$  digambarkan dengan empat jenis notasi, yaitu notasi paralel || yang menunjukkan adanya aktivitas yang memiliki relasi dua arah, misalnya aktivitas A diikuti oleh aktivitas B, dan juga sebaliknya, maka  $A || B$ . Selanjutnya adalah notasi yang menggambarkan aktivitas yang tidak memiliki relasi, yaitu #. Misalnya aktivitas B tidak memiliki relasi ke aktivitas E, maka  $B \# E$ . Selanjutnya terdapat notasi → untuk menggambarkan relasi *look-ahead link*, yaitu jika aktivitas ke  $m$  diikuti oleh aktivitas  $m + 1$ . Misalnya adalah aktivitas C diikuti D, maka  $C \rightarrow D$ . Sedangkan notasi ← digunakan untuk menggambarkan relasi *look-back link*, yaitu aktivitas  $m - 1$  sebelum aktivitas  $m$ . Misalnya aktivitas D mengikuti aktivitas C, maka  $D \leftarrow C$  [9], [24], [25].

## 2.5. Relasi Paralel Model Proses

Model proses memiliki dua jenis relasi, yaitu relasi sekuensial dan relasi paralel. Relasi sekuensial menunjukkan adanya proses yang dieksekusi secara sekuensial atau berurutan. Relasi paralel dibagi menjadi beberapa jenis dengan operator yang berbeda, di antaranya relasi paralel AND yang sering disimbolkan dengan operator +, relasi paralel OR yang sering disimbolkan dengan operator V, dan relasi paralel XOR yang sering disimbolkan dengan operator X. Ketiga jenis relasi paralel tersebut memiliki perbedaan sifat. Relasi paralel AND mengeksekusi lebih dari satu proses secara bersamaan. Relasi paralel OR mengeksekusi beberapa proses (lebih dari satu namun tidak semua). Sedangkan relasi paralel XOR mengeksekusi satu proses saja dari beberapa pilihan yang tersedia. Sehingga, nilai (*Value*) dari relasi paralel AND lebih besar dari nilai relasi paralel OR dan lebih besar dari nilai paralel XOR ( $AND > OR > XOR$ ). Hal tersebut dibuktikan oleh tabel kebenaran yang ditunjukkan oleh Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel Kebenaran dari Relasi Paralel

Variables			AND	OR	XOR	Sequence
A	B	C				$(A \rightarrow B) \rightarrow C$
F	F	F	F	F	F	F
F	F	T	F	T	T	T
F	T	F	F	T	T	F
T	F	F	F	T	T	T
F	T	T	F	T	F	T
T	F	T	F	T	F	T
T	T	F	F	T	F	F
T	T	T	T	T	F	T
<i>Value</i>			3	1.714	1	0.6
<i>rank</i>			1	2	3	4
$p(e) = rank/n$			$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{4} = 1$
<i>n</i> is the number of relationship types (Sequence, AND, OR, and XOR)						

Justifikasi AND > OR > XOR diturunkan dari tabel kebenaran seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3. Huruf kapital digunakan untuk mewakili aktivitas (dalam konteks ini, A, B, dan C digunakan). Aktivitas tersebut selalu dikatakan memiliki nilai kebenaran. Selanjutnya, nilai kebenaran ditetapkan (baik *True* (T) atau *False* (F)) untuk AND Logic, OR Logic, dan XOR Logic.

AND Logic memiliki nilai *True* (T) selama tiga aktivitas ini semuanya dijalankan. Dalam AND Logic, semua aktivitas harus *True*. Oleh karena itu, *Value* adalah jumlah *True* dari kombinasi yang dipilih dibagi dengan nilai *True* dalam AND Logic. Oleh karena itu, tingkat nilai AND adalah  $3/1 = 3$ .

Namun, OR Logic memiliki nilai *True* (T) selama setidaknya ada satu *True* (T) di antara tiga aktivitas tersebut. Oleh karena itu, *Value Rate* adalah jumlah *True* dari kombinasi yang dipilih dibagi dengan nilai *True* dalam OR Logic. Oleh karena itu *Value* OR adalah  $12/7$ .

Selanjutnya, XOR Logic memiliki nilai *True* di mana hanya ada satu nilai *True* (satu aktivitas yang dieksekusi) di antara tiga aktivitas. Kami menetapkan nilai nilai untuk memberi skor pada tipe hubungan. *Value Rate* adalah kemungkinan nilai *True* (T) berdasarkan tabel kebenaran. Oleh karena itu, *Value* XOR adalah  $3/3 = 1$ . Dengan demikian, dapat dibuktikan jika AND > OR > XOR.

## 2.6. RuleML

RuleML adalah sumber penting utama untuk pengimplementasian Grailog. Dalam tesis ini, RuleML [26] adalah bahasa yang berisi sekumpulan *rule* untuk pembentukan suatu proses. RuleML diserialisasi dalam XML sebagai input yang akan diterjemahkan ke dalam output Grailog. Pada kasus ini, RuleML dimulai dengan tag <RuleML> dan diakhiri dengan tag </RuleML>. Tag <Assert> ... </Assert> digunakan untuk mengisi rule yang dibutuhkan untuk mendeskripsikan pengetahuan terhadap suatu proses. Selanjutnya, terdapat tag <Atom> ... </Atom> yang digunakan untuk mengisi *rule* untuk satu blok. Di dalam tag <Atom> ... </Atom>, terdapat tag <Rel> ... </Rel> dan <Ind> ... </Ind>, untuk menginisiasi jenis anomali dan aktivitas (*individual instance*) secara berurutan. Tag lainnya seperti <Fun per =”copy”> ...



`</Fun>` digunakan untuk mengisi atribut lain dari suatu proses, misalnya Case Id, divisi, *timestamp*, dan *resource*. Tag `<Expr> ... </Expr>` digunakan sebagai *expression* untuk mengapit atribut.

Tabel 2.4 adalah contoh penggunaan RuleML yang menunjukkan serangkaian proses yang menggambarkan anomali proses. Baris keempat menunjukkan tag `<Rel> Illegal Pattern </Rel>` yang menggambarkan adanya anomali proses tersebut. Anomali tersebut terjadi pada CaseId 60. Hal tersebut ditunjukkan oleh baris keenam dan ketujuh. Anomali tersebut terjadi pada divisi kasir. Hal tersebut ditunjukkan oleh baris ke-9 dan ke-10. Anomali tersebut juga dilakukan oleh Resource 3 yang ditunjukkan oleh baris ke-12 dan ke-13 dengan nama diskon “New Year Discount” dan nominal 60% yang ditunjukkan oleh baris nomor 15 dan 17.

Tabel 2.4 Contoh Penggunaan RuleML untuk Visualisasi Anomali

1	<code>&lt;RuleML&gt;</code>
2	<code>&lt;Assert&gt;</code>
3	<code>&lt;Atom&gt;</code>
4	<code>&lt;Rel&gt;Illegal Pattern&lt;/Rel&gt;</code>
5	<code>&lt;Expr&gt;</code>
6	<code>&lt;Fun per="copy"&gt;CaseId&lt;/Fun&gt;</code>
7	<code>&lt;Ind&gt;60&lt;/Ind&gt;</code>
8	<code>&lt;Expr&gt;</code>
9	<code>&lt;Fun per="copy"&gt;Division&lt;/Fun&gt;</code>
10	<code>&lt;Ind&gt;Cashier&lt;/Ind&gt;</code>
11	<code>&lt;Expr&gt;</code>
12	<code>&lt;Fun per="copy"&gt;Resource&lt;/Fun&gt;</code>
13	<code>&lt;Ind&gt;Resource 3&lt;/Ind&gt;</code>
14	<code>&lt;Expr&gt;</code>
15	<code>&lt;Fun per="copy"&gt;New Year</code>
16	<code>Discount&lt;/Fun&gt;</code>
17	<code>&lt;Ind&gt;60%&lt;/Ind&gt;</code>
18	<code>&lt;/Expr&gt;</code>
19	<code>&lt;/Expr&gt;</code>
20	<code>&lt;/Expr&gt;</code>
21	<code>&lt;/Atom&gt;</code>
22	<code>&lt;/Assert&gt;</code>
23	<code>&lt;/RuleML&gt;</code>
24	

## 2.7. *Extensible Stylesheet Language Translator (XSLT)*

Bahasa XSLT memungkinkan transformasi dokumen XML menjadi dokumen target XML, misalnya HTML, XHTML atau SVG [13]. Pada tesis ini, RuleML yang telah dibentuk secara otomatis akan divisualisasikan ke dalam Grailog *Scalable Vector Graphics (SVG)*. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan Extensible Stylesheet Language Translator 2.0 (XSLT 2.0) yang berisi *Javascript* internal. XSLT itu sendiri telah dikembangkan oleh peneliti terdahulu dan versi kedua dilanjutkan dengan menambahkan *purifier* [14] yang berfungsi untuk menghilangkan *Javascript* internal sehingga dapat mempercepat pembacaan hasil Grailog, dan memperkecil ukuran *file* akhir. *Javascript* itu sendiri digunakan untuk mengatur ukuran elemen dan letak elemen Grailog.

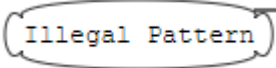
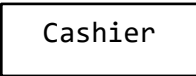

## 2.8. *Javascript*

JavaScript [13] adalah bahasa berorientasi objek yang dapat digunakan di semua platform dan Web. JavaScript umumnya digunakan dalam aplikasi Web dan dapat dijalankan dengan cepat oleh browser Web. Grailog menggunakan *Javascript* internal untuk mengubah ukuran dan posisi elemen SVG sebagaimana diperlukan oleh input dari dokumen sumber XML.

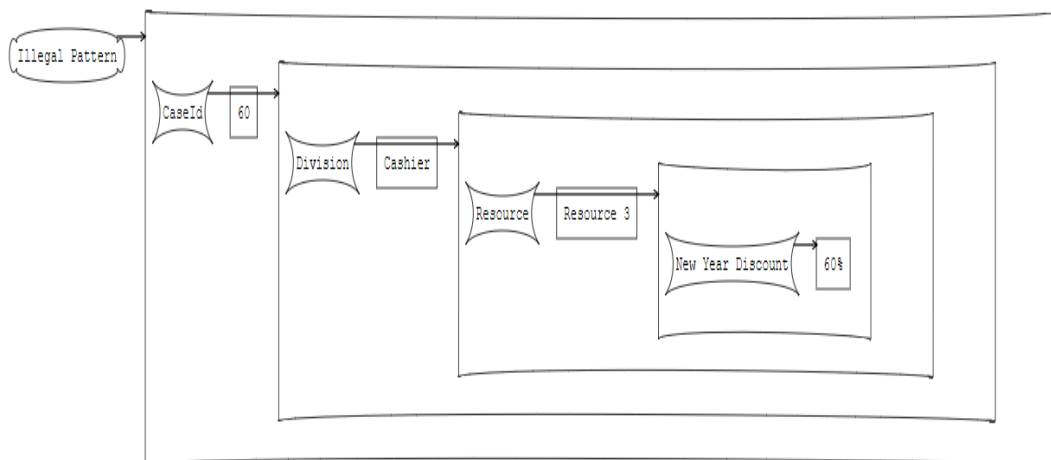
## 2.9. *Graph Inscribed Logic (Grailog)*

Dalam tesis ini, beberapa *rule* akan digunakan untuk mengekspresikan urutan proses anomali beserta jenis anomali tersebut. Tidak hanya itu, *rule* dapat digunakan untuk mengekspresikan atribut proses, seperti *CaseId*, *Timestamp*, *Resource*, dan *Amount*. Tabel 2.5 menunjukkan *rule* dan representasinya dalam Grailog. Contohnya, tag `<Rel> ... </Rel>` digunakan untuk menggambarkan atribut anomali model proses. Tag `<Fun per = "copy"> ... </Fun>` digunakan untuk menggambarkan atribut proses, seperti *CaseId*, *Timestamp*, *Resource*, dan *Amount*. Tag `<Ind> ... </Ind>` digunakan untuk menggambarkan aktivitas dan/atau nilai dari atribut proses. Tag `<Atom> ... </Atom>` digunakan untuk mengisi beberapa *individual instance*.

Tabel 2.5 *Rule* dan Representasi Grailog

Tag	Contoh Penggunaan	Representasi Grailog
<Rel>...</Rel>	<Rel>Sequence</Rel>	
<Ind>...</Ind>	<Ind>Cashier</Ind>	
<Fun>...</Fun>	<Fun per = "copy">CaseId</Fun>	

Model proses yang telah digambarkan dalam bentuk *rule* akan divisualisasikan ke dalam bentuk Grailog menggunakan *Extensible Stylesheet Language Translator* (XSLT). Gambar 2.4 menunjukkan representasi Grailog dari Tabel 2.4 yang menunjukkan adanya anomali pada perubahan nominal diskon sebesar 60% yang dilakukan oleh Resource 3 pada CaseId 60.



Gambar 2.4 Contoh Visualisasi Anomali menggunakan Grailog

## 2. 10. Anomali Model Proses

Anomali didefinisikan sebagai suatu proses yang tidak memenuhi alur Standard Operating Procedure (SOP) [4]. Anomali bisa menjadi *fraud* jika tidak ada evaluasi dan penanganan yang tepat. *Fraud* [3] atau kecurangan merupakan tindakan ilegal yang dapat merugikan perusahaan dengan mengambil keuntungan

pribadi. *Fraud* merupakan penyebab kerugian perusahaan setidaknya lima persen dari pendapatan tahunan.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengusulkan 11 atribut *fraud* [3] yaitu *skip sequence*, *skip decision*, *throughput time max*, *throughput time min*, *wrong resource*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, *wrong duty combine*, *wrong pattern*, *wrong decision*, dan *parallel event*. Bagaimanapun, kesebelas atribut anomali tersebut hanya mendeteksi anomali yang tampak dan kasat mata. Terdapat beberapa kondisi di mana proses tersebut telah memenuhi SOP namun kecurangan tetap bisa terjadi secara tersembunyi (tidak tampak melalui alur proses dan *event log*). Adapun penjelasan kesebelas atribut anomali terdahulu adalah sebagai berikut.

Atribut *skip sequence* ditunjukkan dengan adanya alur aktivitas sekuensial yang dilewati. Misalnya, dalam SOP tertera urutan eksekusi *Memilih barang yang akan dibeli -> Memasukkan harga barang -> Menentukan jenis ekspedisi -> Memasukkan ongkos kirim*, namun dalam *event log* tercatat *Memilih barang yang akan dibeli -> Memasukkan harga barang -> Memasukkan ongkos kirim*. Begitu pula untuk atribut anomali *skip decision*, di mana urutan proses yang dilewati berada pada jalur yang mengandung *decision*.

Atribut *throughput time max* ditujukan untuk suatu eksekusi proses yang berjalan lebih lama dari waktu yang ditentukan dalam prosedur. Misalnya, untuk aktivitas *Memasukkan ongkos kirim* hanya diperlukan waktu lima menit, namun dalam pencatatan *event log* aktivitas tersebut dieksekusi selama 15 menit. Hal ini bisa mengindikasikan adanya kecurangan seperti memanipulasi harga ongkos kirim untuk memaksimalkan keuntungan pribadi.

Atribut *throughput time min* ditujukan untuk suatu eksekusi proses yang berjalan lebih singkat dari waktu yang ditentukan dalam prosedur. Misalnya, untuk aktivitas *Memilih ekspedisi* diperlukan waktu 10 menit, namun dalam pencatatan *event log* aktivitas tersebut dieksekusi selama tiga menit. Hal ini bisa mengindikasikan adanya kecurangan seperti memilih ekspedisi termahal untuk jarak kirim yang dekat sehingga pengelola sistem mendapatkan keuntungan maksimal.

Atribut anomali *wrong resource* ditunjukkan apabila terdapat pengaksesan modul yang dilakukan oleh user yang tidak memiliki hak akses. Misalnya user yang menangani bagian produksi hanya dapat mengakses modul produksi. Namun suatu ketika user tersebut mengakses modul keuangan.

Atribut anomali *wrong duty sequence* ditunjukkan dengan adanya aktivitas sekuensial yang dieksekusi oleh orang yang sama, padahal seharusnya dalam standar yang ditetapkan, aktivitas sekuensial tersebut harus dieksekusi oleh orang yang berbeda. Sedangkan atribut anomali *wrong duty decision* ditunjukkan dengan adanya aktivitas dalam jalur *decision* dieksekusi oleh orang yang sama. Lalu, atribut anomali *wrong duty combine* adalah campuran dari *wrong duty sequence* dan *wrong duty decision*.

Atribut *wrong pattern* ditujukan untuk alur proses yang memiliki kesalahan urutan eksekusi proses. Misalnya, dalam SOP tertera urutan eksekusi *Memilih barang yang akan dibeli -> Memasukkan harga barang -> Menentukan jenis ekspedisi -> Memasukkan ongkos kirim*, namun dalam eksekusi *event log* tertulis *Memilih barang yang akan dibeli -> Menentukan jenis ekspedisi -> Memasukkan harga barang -> Memasukkan ongkos kirim*.

Atribut *wrong decision* adalah sebuah anomali yang ditunjukkan dengan adanya kesalahan dalam membuat keputusan. Hal tersebut tidak sesuai dengan yang ditetapkan oleh SOP.

Atribut anomali *parallel event* ditunjukkan dengan adanya dua aktivitas atau lebih yang dieksekusi secara bersamaan. Misalnya aktivitas *Memilih barang yang akan dibeli* dilakukan pada pukul 12:38:15 hingga 12:40:20, sedangkan aktivitas *Memasukkan harga barang* dilakukan pada pukul 12:39:15 hingga 12:45:10. Terdapat waktu yang bersamaan pada pukul 12:39:15 hingga 12:40:20.

Dalam tesis ini, penulis mengusulkan atribut anomali *intangible*, yaitu *illegal pattern*. Atribut *illegal pattern* didefinisikan sebagai *pattern* yang tidak mengikuti alur SOP. Sehingga, alur tersebut keluar dari jalur yang ditetapkan. Atribut *illegal pattern* ditujukan untuk mendeteksi anomali yang tidak tampak. Misalnya, terdapat tiga jenis suplier untuk produk X. Suplier A menyediakan harga termurah, sedangkan Suplier C menyediakan harga termahal. Staf seharusnya memilih Suplier A untuk memaksimalkan keuntungan toko, namun untuk alasan

tertentu, Staf memilih Suplier C dengan memperoleh suatu imbalan. Kecurangan tersebut tentu tidak terlihat dalam *event log*. Selanjutnya, atribut *illegal pattern* juga ditunjukkan untuk mendeteksi anomali yang tidak tampak. Misalnya, pada kondisi tertentu suatu transaksi jual beli pasti memiliki diskon. Staf yang bertugas dalam kasir dan pengaturan diskon dapat mengubah nominal diskon untuk saat tertentu. Kecurangan ini tidak tampak pada pencatatan *log* dan dapat merugikan pemilik usaha jika tidak terdeteksi.

## **2. 11. Perbedaan *Wrong Decision*, *Wrong Pattern*, *Illegal Pattern*, dan *Wrong Decision containing Illegal Pattern***

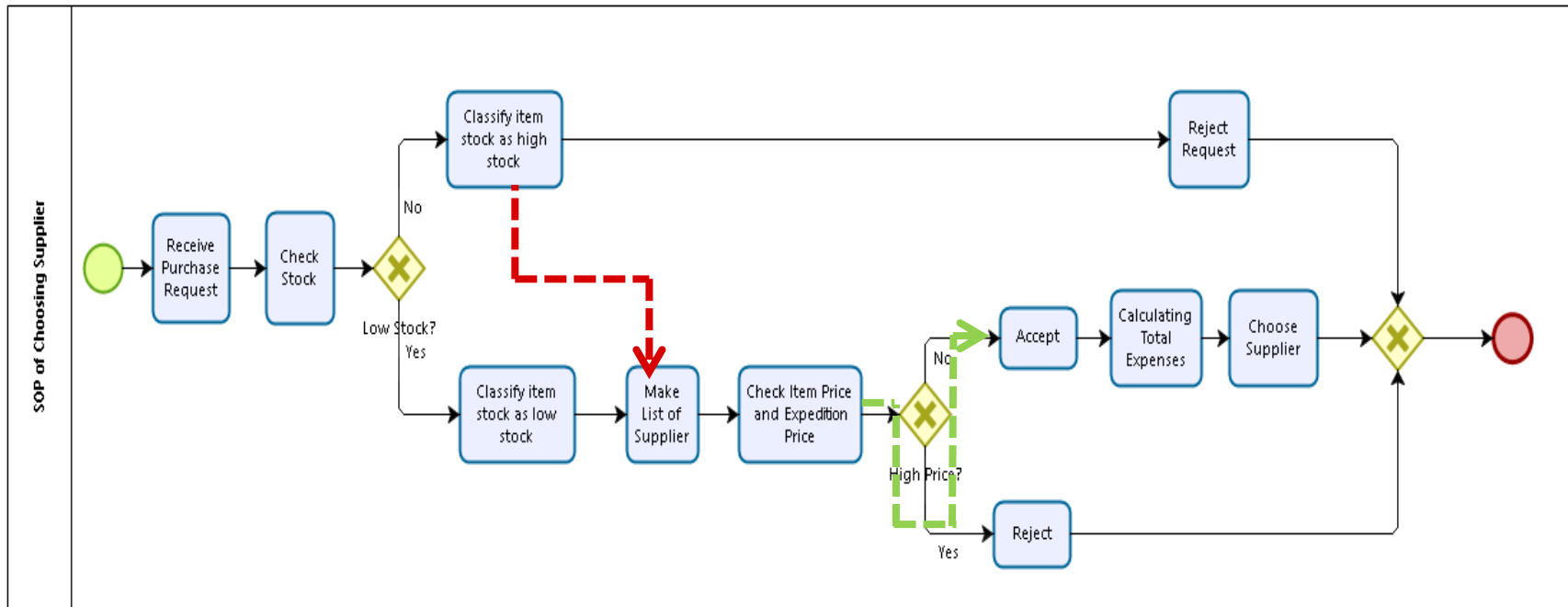
*Wrong decision* merupakan sebuah anomali yang didasarkan pada kesalahan antara beberapa pilihan. Misalnya, terdapat pengecekan kondisi suatu variabel. Jika hasil pengecekan variabel tersebut bernilai *True*, maka jalur keputusan yang diambil adalah jalur A. Namun, jika hasil pengecekan variabel tersebut bernilai *False*, maka jalur keputusan yang diambil adalah jalur B. *Wrong decision* terjadi ketika hasil pengecekan variabel bernilai *True*, namun jalur keputusan yang diambil adalah jalur B, bukan jalur A.

*Wrong pattern* merupakan sebuah anomali yang didasarkan pada kesalahan urutan aktivitas sekuensial, sebagaimana telah diterangkan pada penelitian sebelumnya [27]. Misalnya, terdapat suatu urutan proses A -> B -> C. *Wrong pattern* terjadi ketika proses dieksekusi A -> C -> B.

*Illegal pattern* merupakan sebuah usulan jenis anomali yang menggambarkan adanya eksekusi proses yang keluar dari jalur yang telah ditetapkan. Misalnya, pada Gambar 2.5, terdapat jalur berwarna merah putus-putus yang menggambarkan eksekusi aktivitas “Classify item stock as high stock” menuju aktivitas “Make list of supplier”, di mana jalur eksekusi aktivitas tersebut tidak sesuai dengan jalur SOP yang digambarkan oleh panah berwarna hitam. Anomali jenis ini pun terjadi di luar aktivitas *decision*, sehingga tidak dapat ditangkap oleh jenis anomali *wrong decision*. Selain itu, pada Gambar 2.6, juga terdapat *illegal pattern* yang ditunjukkan oleh panah putus-putus berwarna merah. Terdapat pengecekan suatu variabel, yaitu ketika nilai variabel bernilai *False*, maka aktivitas selanjutnya adalah “Do selling”. Ketika nilai variabel bernilai *True*,

maka aktivitas selanjutnya adalah “End”. *Illegal pattern* terjadi ketika nilai variabel bernilai *False*, namun aktivitas selanjutnya bukan “Do selling”, namun “Open menu discount”.

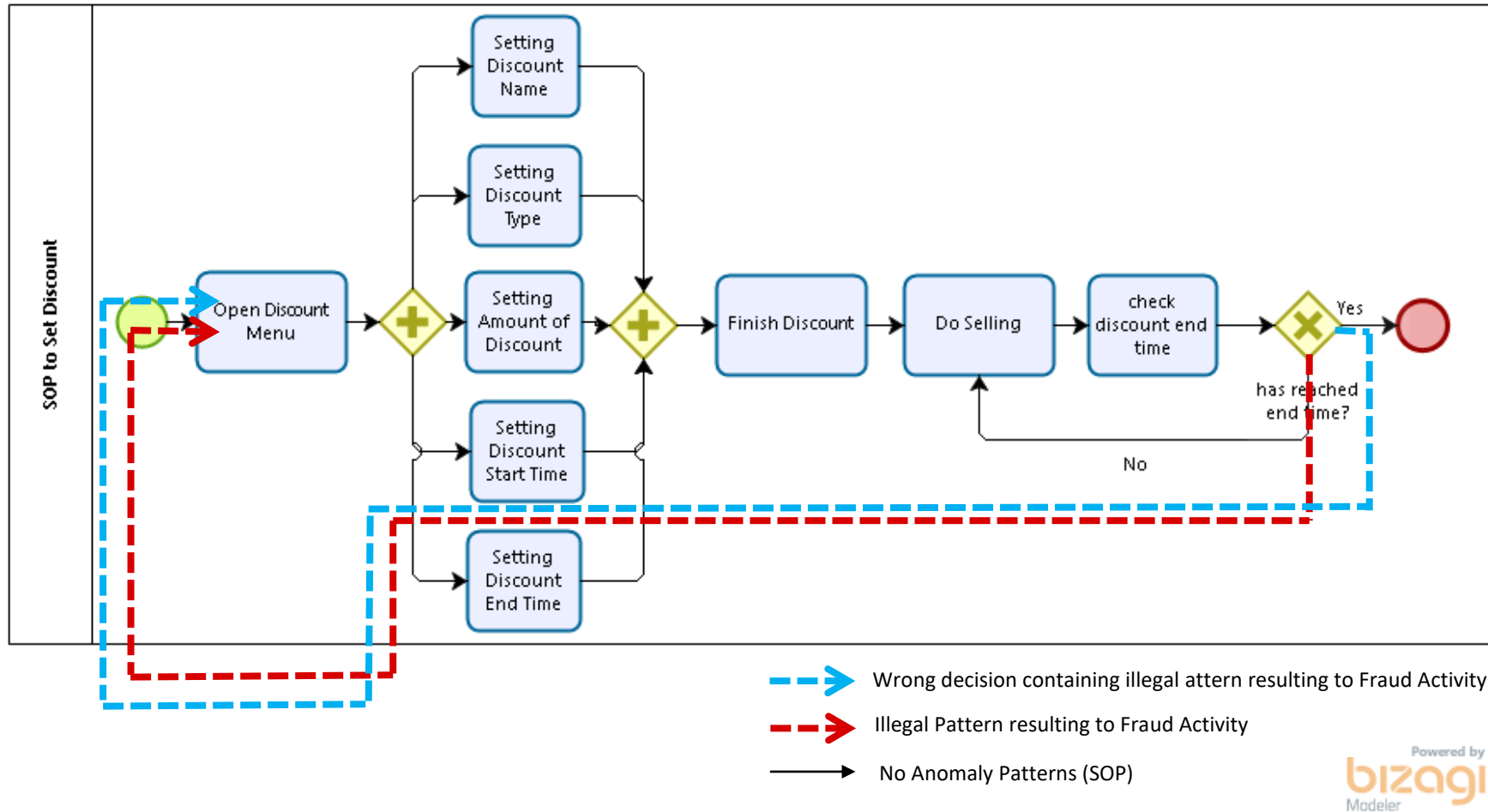
*Wrong decision containing illegal pattern* merupakan usulan jenis anomali yang merupakan gabungan antara *wrong decision* dan *illegal pattern*. Jenis anomali ini terjadi ketika terdapat *wrong decision*, namun kesalahan pengambilan *decision* tersebut keluar dari jalur keputusan. Misalnya, pada Gambar 2.6, terdapat *wrong decision containing illegal pattern* yang ditunjukkan oleh panah putus-putus berwarna biru muda. Terdapat pengecekan suatu variabel, yaitu ketika nilai variabel bernilai *False*, maka aktivitas selanjutnya adalah “Do selling”. Ketika nilai variabel bernilai *True*, maka aktivitas selanjutnya adalah “End”. *Illegal pattern* terjadi ketika nilai variabel bernilai *True*, namun aktivitas selanjutnya bukan “End”, namun “Open menu discount”. Anomali jenis ini pun terjadi di luar aktivitas *decision*, sehingga tidak dapat ditangkap oleh jenis anomali *wrong decision*.



- - - - -> Wrong Decisions resulting to Fraud Activity
- - - - -> Illegal Pattern resulting to Fraud Activity
- - - - -> No Anomaly Patterns (SOP)

Gambar 2.5 Anomaly Pattern dengan Control-Flow Pattern untuk Purchasing





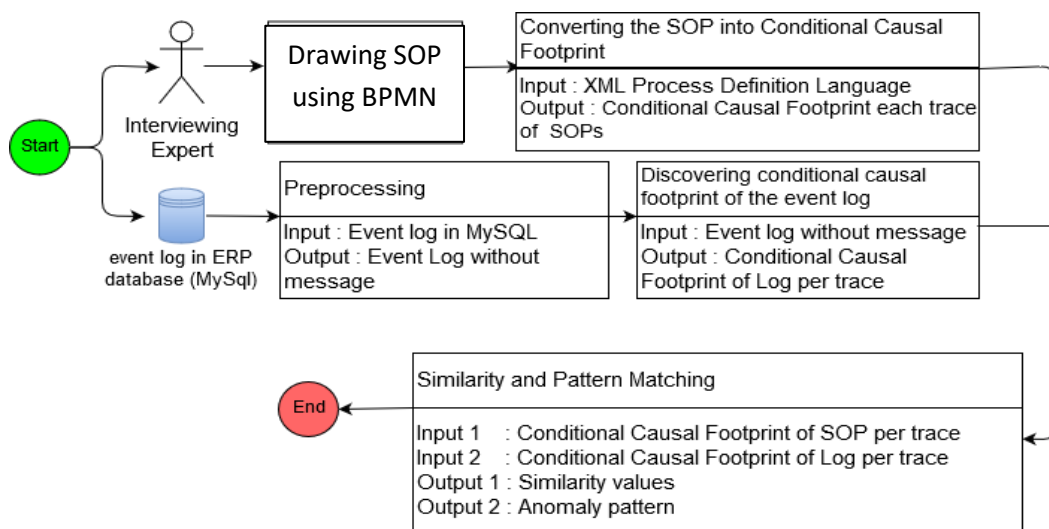
Gambar 2.6 Anomaly Pattern dengan Control-Flow Pattern untuk Discount

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Tesis ini mendeteksi anomali *illegal pattern* dengan mengusulkan metode yang mengombinasikan *conditional causal footprints*, metode similaritas baru, dan algoritma *pattern matching*. Gambar 3.1 menunjukkan metodologi penelitian tesis ini.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian Tesis

Berdasarkan Gambar 3.1, tahap pertama dalam pembuatan SOP adalah dengan melakukan wawancara terhadap ekspert. Selanjutnya, SOP digambarkan dalam bentuk *Business Process Modelling Notations* (BPMN). Kemudian, *XML Process Definition Language* (XPDL) diekspor untuk dibentuk menjadi *conditional causal footprint*. Pembentukan *conditional causal footprint* adalah sebanyak jalur yang terkandung dalam SOP. Selanjutnya, tahap pertama untuk mengolah *event log* adalah mengoneksikan program dengan MySQL. Program dikoneksikan langsung ke MySQL supaya *event log* tidak perlu diekspor ke dalam format .csv dan tidak perlu diimpor kembali ke dalam program. Pengkoneksian program secara langsung ke MySQL akan memangkas waktu. Langkah selanjutnya adalah *preprocessing*. Dalam tahap ini, *event log* dalam MySQL yang telah terkoneksi

dipisahkan dari data *message*, seperti *login* dan *logout*. Hal ini dilakukan karena *login* dan *logout* bukan termasuk aktivitas jual beli. Adapun contoh *event log* dari MySQL yang masih mengandung *message* dapat dilihat pada Tabel 2.1. Langkah selanjutnya adalah penemuan *trace* dari *event log* beserta atribut aktivitasnya untuk diproses menjadi *conditional causal footprint*. Adapun jumlah *conditional causal footprint* yang terbentuk sama dengan jumlah *trace* yang terkandung di dalam *event log*. Tahapan selanjutnya adalah *pattern matching* untuk menghitung nilai similaritas tiap *conditional causal footprint event log* dan SOP menggunakan algoritma *brute-force*, sehingga satu *trace event log* memiliki nilai similaritas sebanyak jumlah *trace* SOP. Jika terdapat  $n$  buah *conditional causal footprint event log* dan  $m$  *conditional causal footprint* SOP, maka nilai similaritas  $n$  indeks ke- $i$  ( $n_i$ ) adalah sebanyak  $m$ . Adapun cara menghitung similaritas adalah dengan menggunakan metode yang diusulkan, yaitu *Modified-Footprint similarity* yang akan dibahas secara detail pada Subbab 3.4. Kemudian, nilai similaritas terbesar dari  $n_i$  dipilih untuk dideteksi adanya letak perbedaan *conditional causal footprint* tersebut. Jika ditemukan perbedaan, maka anomali terdeteksi. Tahap terakhir adalah memvisualisasikan anomali yang tertangkap menggunakan Grailog.

### 3.1. Mendeklarasikan *Conditional Causal Footprint* SOP

Sebagaimana yang tertera pada Definisi 3.1, model proses  $M$  terdiri dari satu set *node* aktivitas  $m$ , beberapa *loop*, relasi sekuensial, dan relasi paralel (AND, OR, dan XOR) dengan cabang paralel sebanyak  $n$ . Relasi sekuensial memiliki satu set *node* sebanyak  $s$ . Model proses  $M$  akan ditransformasi menjadi *causal footprint* sebagaimana yang tertera pada Definisi 3.2 tentang *conditional causal footprint*.

**Definisi 3.1. Model Proses.** Diberikan model proses  $M$  dengan satu set *node* aktivitas  $m = \{m_1, m_2, m_3 \dots m_k\}$  dan *edges*  $e = \{e_1, e_2, e_3 \dots e_{k-1}\}$ . Model proses  $M$  dapat terdiri dari beberapa *loop*  $l$ , *double loop*  $dl$ , relasi sekuensial dengan jumlah node sekuensial sebanyak  $s$ , dan relasi paralel AND, OR, XOR dengan cabang paralel sebanyak  $n$ .

**Definisi 3.2. Conditional Causal Footprint.** *Causal footprint*  $cf$  pada model  $M$  terdiri dari satu set notasi  $N_{cf} = \{\#, ||, \rightarrow, \leftarrow\}$ , di mana *conval* dideklarasikan sebelum  $N_{cf}$ , sehingga ditulis sebagai ' $[conval], N_{cf}'$ . *conval* merupakan nilai kondisional suatu aktivitas. *Node* aktivitas  $m_k$  dan  $m_{k+1}$  dikatakan paralel jika  $m_k \Leftrightarrow m_{k+1}$  atau  $m_k$  dan  $m_{k+1}$  merupakan *double loop*, sehingga  $m_k || m_{k+1}$ . *Node* aktivitas  $m_k$  dan  $m_{k+1}$  dikatakan tidak berhubungan jika  $m_k$  dan  $m_{k+1}$  tidak memiliki *edges*  $e$  di antara keduanya, sehingga  $m_k \# m_{k+1}$ . *Node* aktivitas  $m_k$  dan  $m_{k+1}$  dikatakan berelasi  $\rightarrow$  jika  $m_k$  dan  $m_{k+1}$  memiliki *edges*  $e$  di antara keduanya atau memiliki *loop*  $l$ , sehingga  $m_k \rightarrow m_{k+1}$ . *Node* aktivitas  $m_{k+1}$  dan  $m_k$  dikatakan berelasi  $\leftarrow$  jika  $m_{k+1}$  dan  $m_k$  memiliki *edges*  $e$  di antara keduanya atau memiliki *loop*  $l$ , sehingga  $m_{k+1} \leftarrow m_k$ .

Pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6, model proses SOP divisualisasikan dalam bentuk *Business Process Modelling Notation* (BPMN). Contoh dari *illegal pattern* ditunjukkan dengan adanya panah putus-putus berwarna merah, sedangkan *wrong decision* ditunjukkan oleh garis putus-putus berwarna hijau. SOP ditunjukkan oleh panah *solid* berwarna hitam. Selanjutnya, SOP tersebut dideklarasikan ke dalam bentuk *causal footprint*, menggunakan algoritma pada Tabel 3.1. Untuk mengonversi BPMN ke causal footprint, XPDL diperlukan sebagai input. Adapun XPDL didapatkan dari *tool* Bizagi Modeler dengan cara ekspor. Gambar 3.2 merupakan potongan XPDL dari Gambar 2.5.

Terdapat empat notasi yang digunakan untuk membentuk *causal footprint*, yaitu  $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\#$ , dan  $||$ . Notasi  $\rightarrow$  digunakan untuk mendeteksi apakah suatu aktivitas diikuti aktivitas yang lain (*look ahead link*). Notasi  $\leftarrow$  digunakan untuk mendeteksi apakah suatu aktivitas mengikuti aktivitas yang lain (*look back link*). Notasi  $\#$  digunakan untuk mendeteksi bahwa suatu aktivitas tidak memiliki relasi kemanapun. Notasi  $||$  digunakan untuk mendeteksi apakah suatu aktivitas memiliki relasi paralel. Tabel 3.1 menunjukkan algoritma pembentukan *causal footprint*.

```

<Documentation />
<Loop LoopType="None" />
<NodeGraphicsInfos>
  <NodeGraphicsInfo ToolId="BizAgi_Process_Modeler" Height="68" Width="60" BorderColor="-16553830" FillColor="-1249281">
    <Coordinates XCoordinate="123" YCoordinate="146" />
  </NodeGraphicsInfo>
</NodeGraphicsInfos>
<ExtendedAttributes />
</Activity>
<Activity Id="c9a3ee3b-c681-4cbe-ae5b-579ecc854b9d" Name="Check Stock">
  <Description />
  <Implementation>
    <Task />
  </Implementation>
  <Performers />
  <Documentation />
  <Loop LoopType="None" />
  <NodeGraphicsInfos>
    <NodeGraphicsInfo ToolId="BizAgi_Process_Modeler" Height="70" Width="53" BorderColor="-16553830" FillColor="-1249281">

```

Gambar 3.2 Potongan XPDL

Tabel 3.1 Algoritma *Causal Footprint*

<b>Input:</b>	XML Process Definition Language of SOP	->
<code>xmlDoc.getElementsByTagName('Activity')</code>		
1:	set <i>conval</i> as the conditional value of an activity	
2:	<b>for</b> activity in activities:	
3:	<b>if</b> activity $m_k$ has next to $m_{k+1}$ <b>then</b>	
4:	$[conval], \rightarrow' \leftarrow \text{causalSOP } [m_k][m_{k+1}]$	
5:	<b>if</b> activity $m_k$ has next to $m_{k+1}$ and $m_{k+1}$ has next to $m_k$ <b>then</b>	
6:	$[conval],   ' \leftarrow \text{causalSOP } [m_k][m_{k+1}]$	
7:	$[conval],   ' \leftarrow \text{causalSOP } [m_{k+1}][m_k]$	
8:	<b>if</b> activity $m_{k+1}$ has prev to $m_k$ <b>then</b>	
9:	$[conval], \leftarrow' \leftarrow \text{causalSOP } [m_{k+1}][m_k]$	
10:	<b>if</b> activity $m_k$ has no edge to $m_{k+1}$ <b>then</b>	
11:	$[conval], \#' \leftarrow \text{causalSOP } [m_k][m_{k+1}]$	
12:	$[conval], \#' \leftarrow \text{causalSOP } [m_{k+1}][m_k]$	
13:	<b>end if</b>	
14:	<b>end for</b>	
15:	<b>function</b> setTrace(trace)	
16:	<b>for</b> activity in sorted causalSOP:	
17:	<b>if</b> activity $m_k$ has next to $m_{k+1}$ <b>then</b>	
18:	setTrace(trace)	
19:	break	
20:	<b>endif</b>	
21:	<b>endfor</b>	
22:	<b>end function</b>	
23:	<b>function</b> lookForNewTrace(trace)	
24:	<b>for</b> activity in a reversed trace:	
25:	<b>if</b> activity $m_{k+1}$ has another next activity <b>then</b>	
26:	setTrace(trace)	
27:	<b>endif</b>	
28:	<b>endfor</b>	
29:	<b>end function</b>	
<b>Output:</b>	causalSOP per trace	

### 3.2. Preprocessing

Pada tahap ini, akan dilakukan pemisahan data *message* dan data non-*message* pada *event log*. Adapun yang dimaksud data *message* adalah *user login* dan *user logout*. Tabel 3.2 menunjukkan proses pemisahan *event log* dari *message*.

Tabel 3.2 Proses Pembersihan Data dari *Message*

---

```
1: activity = data in column activity of event log
2: for x in activity:
3:     if activity == "login" and activity == "logout":
4:         logMessage.add(message)
5:         logData.erase(message)
6:     Endif
7: Endfor
```

---

### 3.3. Pembentukan *Conditional Causal Footprint* dari *Traces Event Log*

Pada tahap ini, *event log* diproses untuk mengelompokkan *traces* yang ada. Kemudian, atribut aktivitas didefinisikan untuk dicari letak atribut tersebut pada suatu aktivitas. Relasi XOR terbentuk ketika suatu aktivitas memiliki lebih dari satu jenis atribut. *Conditional causal footprint* dibentuk berdasarkan jumlah *trace* yang ada. Tabel 3.3 menunjukkan algoritma untuk membentuk *conditional causal footprint*.

Tabel 3.3 Algoritma Usulan untuk *Control-Flow Pattern* Model Proses

---

**Input:** Event Log  $L$  from ERP Transactions

---

```
1: Let  $M$  be a process model
2: Let  $T$  be a set of traces
3: Let  $C$  be a cluster composed by a set of  $T$  in  $M$ 
4: Let  $CS$  be a set of cluster
5: foreach  $T \subset L$  do
6:      $C \leftarrow \text{cluster}(T)$ 
7:     if  $CS = \emptyset$ , then
8:         Add cluster  $C$  to  $CS$  with  $C \leftarrow (T)$ 
9:     Else
10:        foreach  $C \in CS$  do
11:            print the trace
12:        end
13:    endif
14: end
15: set convalas the conditional value of an activity
16: for  $T$  in  $CS$ :
```

```

17:   print conditional causal trace index-i
18:   if activity  $m_k$  has next to  $m_{k+1}$  then
19:     '[conval],->' ← causalSOP [ $m_k$ ][  $m_{k+1}$ ]
20:   if activity  $m_{k+1}$  has prev to  $m_k$  then
21:     '[conval],<-' ← causalSOP [ $m_{k+1}$ ][  $m_k$ ]
22:   if activity  $m_k$  has next to  $m_{k+1}$  and  $m_{k+1}$  has next to  $m_k$  then
23:     '[conval],||' ← causalSOP [ $m_k$ ][  $m_{k+1}$ ]
24:   if activity  $m_k$  does not has any next or prev to  $m_{k+1}$  then
25:     | '[conval],#' ← causalSOP [ $m_k$ ][  $m_{k+1}$ ]
26:   endif
27: endfor

```

---

**Output:** conditional causal footprint from trace event log

---

### 3.4. Pattern Matching

*Pattern matching* digunakan untuk mencocokkan *causal footprint* SOP dengan *causal footprint intangible actual model (log)*. *Pattern matching* dilakukan dengan mencari perbedaan dan menghitung kemiripan antar kedua *causal footprint*. Jika ditemukan perbedaan *causal footprint*, maka perbedaan tersebut dicatat sebagai anomali proses. Selain itu, similaritas kedua model pun dapat ditentukan. Persamaan (9) – Persamaan (21) menunjukkan metode usulan untuk mendeteksi perbedaan *causal footprint* sekaligus mendapatkan similaritas antar kedua model. Table 3.4 menunjukkan algoritma pendeteksi perbedaan *causal footprint* sekaligus menghitung similaritas kedua model.

$$Sim(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{1}{d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})} \quad (9)$$

$$d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y})}{N_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y})} \quad (10)$$

$$d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y})}{N_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + (p(e)_x \cdot p(e)_y)} \quad (11)$$

$$d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y})}{N_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})} \quad (12)$$

$$d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y})}{N_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})} \quad (13)$$

di mana



$Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y})$  adalah perbedaan notasi *causal footprint* dari kedua model  $M_{CF_x}, M_{CF_y}$ ,

$N_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y})$  adalah jumlah notasi  $\#$  dari kedua model  $M_{CF_x}, M_{CF_y}$ ,

$N_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y})$  adalah jumlah notasi  $||$  dari kedua model  $M_{CF_x}, M_{CF_y}$  yang mengandung relasi sekuensial, *double loop*, AND, OR, atau XOR dengan jumlah cabang  $n$  dengan nilai total  $N_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = N_{||} \text{ AND} + N_{||} \text{ OR} + N_{||} \text{ XOR} + N_{||} \text{ double loop}$ ,

$N_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})$  adalah jumlah notasi  $\rightarrow$  dari kedua model  $M_{CF_x}, M_{CF_y}$  yang mengandung relasi sekuensial, *loop*, *single loop*, AND, OR, atau XOR dengan jumlah cabang  $n$ , dan

$N_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})$  adalah jumlah notasi  $\leftarrow$  dari kedua model  $M_{CF_x}, M_{CF_y}$  yang mengandung relasi sekuensial, *loop*, *single loop*, AND, OR, atau XOR dengan jumlah cabang  $n$ .

$p(e)$  adalah konstrain probabilitas antar kedua model.

Untuk menghitung  $N_{||}$  pada relasi AND, Persamaan (14) atau Persamaan (15) digunakan.

$$N_{||} \text{ AND} = n(n - 1), \text{ or} \quad (14)$$

$$N_{||} \text{ AND} = P_2^n \quad (15)$$

di mana

$n$  adalah jumlah cabang pada model paralel, dan

$P$  adalah permutasi.

Untuk menghitung  $N_{||}$  pada relasi OR, Persamaan (16) atau Persamaan (17) digunakan.

$$N_{||} \text{ OR} = \frac{1}{2} n(n - 1), \text{ or} \quad (16)$$

$$N_{||} \text{ OR} = C_2^n \quad (17)$$

di mana

$n$  adalah jumlah cabang pada model paralel, dan  
 $C$  adalah kombinasi.

Untuk menghitung  $N_{||}$  pada model yang mengandung *double loop*, Persamaan (18) digunakan.

$$N_{||} \text{ double loop} = 2 dl \quad (18)$$

di mana

$dl$  adalah jumlah *double loop* dalam suatu model.

Untuk menghitung  $N_{||}$  pada relasi XOR, Persamaan (19) digunakan.

$$N_{||} \text{ XOR} = 0 \quad (19)$$

Adapun nilai untuk notasi paralel pada XOR adalah nol karena XOR tidak memiliki relasi paralel.

Untuk menghitung *look-ahead link*  $N_{\rightarrow}$  dan *look-back link*  $N_{\leftarrow}$  pada suatu model lengkap dengan relasi AND, OR, XOR, sekuensial dan mengandung *loop* selain *double loop*, Persamaan (20) digunakan.

$$N_{\rightarrow} = N_{\leftarrow} = n_{split} + n_{join} + (s - 1) + l \quad (20)$$

di mana

$n$  adalah jumlah cabang pada model paralel,  
 $s$  adalah jumlah node dalam suatu relasi sekuensial, dan  
 $l$  adalah jumlah *loop* dalam suatu model.

Untuk menghitung  $N_{\#}$  pada suatu model, Persamaan (21) digunakan.

$$N_{\#} = m^2 - (N_{|| AND} + N_{|| OR} + N_{|| XOR} + N_{|| double loop} + N_{\rightarrow} + N_{\leftarrow}) \quad (21)$$

di mana

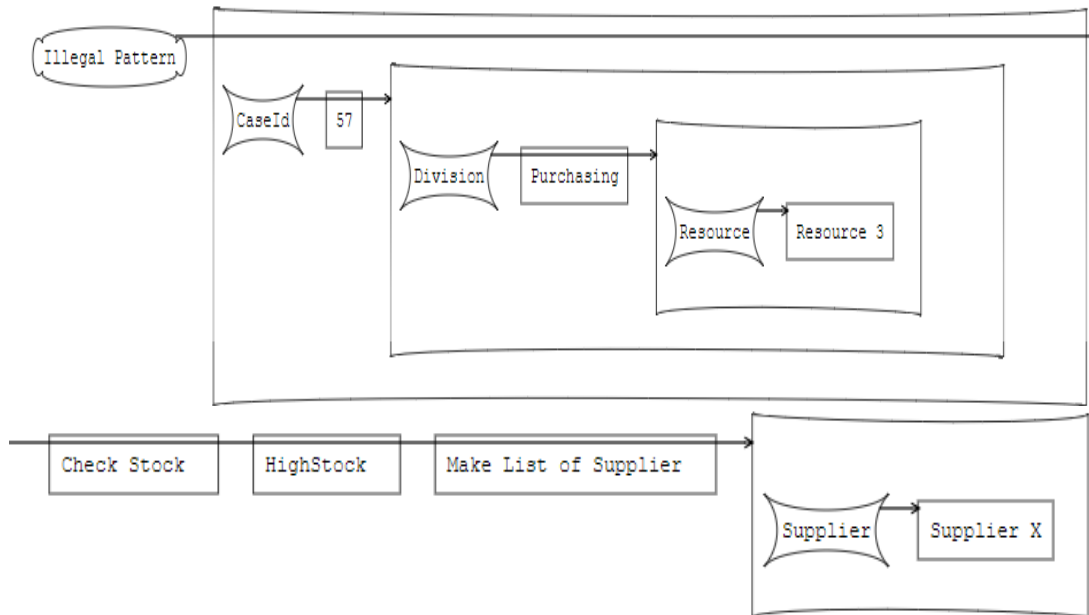
$N_{\#}$  adalah jumlah notasi # suatu model pada node yang tidak memiliki relasi, dan  $m$  adalah jumlah node aktivitas keseluruhan dari suatu model.

Table 3.4. Algoritma Usulan Pendeteksi Anomali

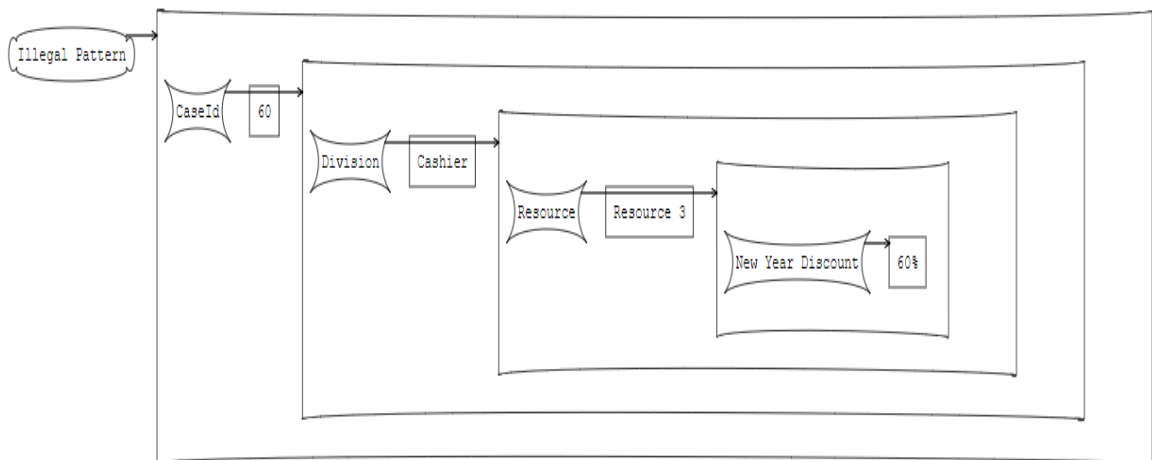
<b>input:</b> $M_{CF_x}$ as causalSOP and $M_{CF_y}$ as causalLog	
1:	$Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = 0$
2:	<b>for</b> row in sorted(causalLog):
3:	<b>for</b> column in sorted(causalLog[ $m_k$ ]):
4:	<b>if</b> causalLog[ $m_k$ ][ $m_{k+1}$ ] != causalSOP[ $m_k$ ][ $m_{k+1}$ ] <b>then</b>
5:	$Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y}) \leftarrow Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + 1$
6:	<b>end if</b>
7:	<b>end for</b>
8:	<b>end for</b>
9:	<b>Do</b> Eq. (9) to Eq.(21)
<b>output:</b> detected anomaly and similarity result	

### 3.5. Visualisasi Grailog

Kecurangan dalam pemilihan suplier dan *setting* Discount tersebut ditampilkan dengan Grailog menggunakan RuleML. Tag <Rel> ... </Rel> digunakan untuk menggambarkan atribut anomali model proses. Tag <Fun per = "copy"> ... </Fun> digunakan untuk menggambarkan atribut proses, seperti *CaseId*, *Timestamp*, *Resource*, dan *Amount*. Tag <Ind> ... </Ind> digunakan untuk menggambarkan aktivitas dan/atau nilai dari atribut proses. Tag <Atom> ... </Atom> digunakan untuk mengisi satu blok dari tag <Rel> ... </Rel>, <Fun per = "copy"> ... </Fun>, dan <Ind> ... </Ind>. Contoh, pada Gambar 3.3, terdapat kecurangan dalam memilih suplier X yang dilakukan oleh Resource 3. Kecurangan ini terjadi pada CaseId 57 dengan melakukan restok saat stok masih tergolong tinggi. Sedangkan pada Gambar 3.4, terdapat kecurangan dalam perubahan nominal diskon.



Gambar 3.3 Contoh Visualisasi Grailog pada Atribut Anomali *Illegal Pattern* pada *Purchasing*



Gambar 3.4 Contoh Visualisasi Grailog untuk Atribut Anomali *Illegal Pattern* pada *Discount*

### 3. 6. Rancangan *Timeline Pengerjaan Tesis*

Pada tahap dokumentasi, penulisan laporan hasil penelitian dilakukan dari setiap tahapan. Tujuan dari tahapan ini adalah menghasilkan dokumentasi tertulis dari penelitian yang dilakukan secara sistematis. Jadwal penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan														
		Jul 19			Aug 19			Sept 19			Okt 19			Nov 19		
1.	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■									
2.	Pengambilan Data				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
3.	Perancangan dan implementasi							■	■	■	■	■	■	■	■	■
4.	Pengujian													■	■	■
5.	Dokumentasi dan laporan							■	■	■	■	■	■	■	■	■

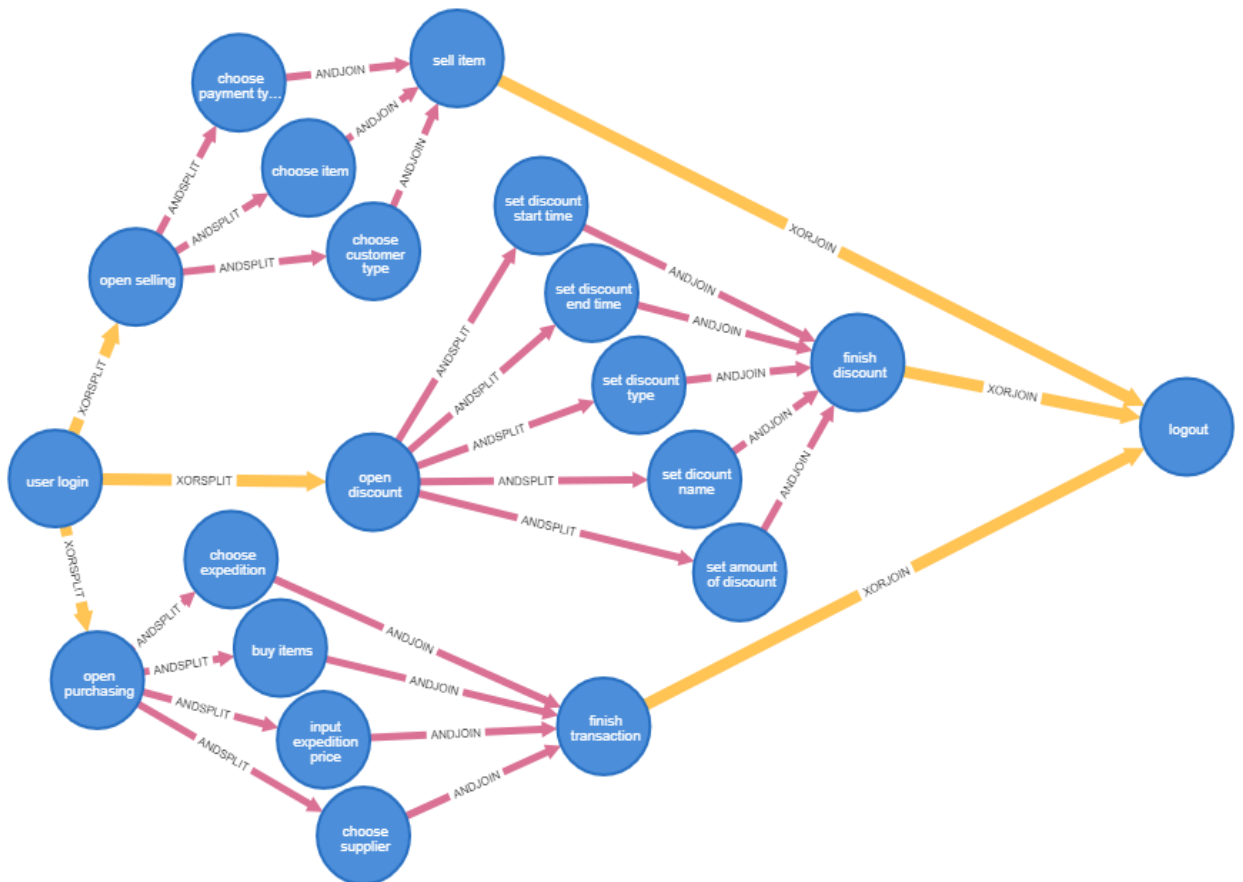
*[halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Model Proses

Tesis ini menggunakan data transaksi penjualan pada suatu *Enterprise Resource Planning* (ERP) yang memiliki beberapa modul utama, yakni modul *Purchasing*, modul *Selling*, dan modul *Discount*. Gambar 4.1 menunjukkan gambaran keseluruhan dari model transaksi penjualan berdasarkan *record* yang tersimpan di dalam ERP. Dapat diketahui bahwa setelah *user* melakukan *login*, *user* dapat mengakses beberapa modul, seperti *Selling*, *Discount*, atau *Purchasing*. Masing-masing modul memiliki aktivitas-aktivitas selanjutnya hingga aktivitas terakhir, yaitu *user logout*.



Gambar 4.1 Model Proses Secara Umum pada Transaksi ERP

#### 4.2. Pembentukan *Causal Footprint*

Dalam tesis ini, penulis melakukan evaluasi terhadap modul *Purchasing* dan *Discount*, di mana modul-modul tersebut menyimpan transaksi dalam *event log*. Pada modul *Purchasing*, evaluasi yang dilakukan adalah untuk mengetahui apakah aktivitas *choose supplier* mengandung *fraud* atau tidak. Adapun dalam memilih supplier, terdapat beberapa parameter yang harus diperiksa, yaitu keadaan stok barang saat itu dan harga barang atau ongkos kirim yang disediakan supplier tersebut. Adapun SOP yang harus diperhatikan dalam pemilihan supplier ini tertera pada Gambar 2.5. Sedangkan untuk modul *Discount*, evaluasi dilakukan dengan melakukan pemeriksaan apakah terdapat anomali saat melakukan transaksi selama periode diskon. Misalnya, petugas melakukan penjualan dalam mode diskon bahkan setelah periode diskon berakhir. Adapun SOP penjualan selama masa diskon terdapat pada Gambar 2.6.

Pemeriksaan dilakukan dengan mendeteksi adanya *illegal pattern* pada model. Untuk mengetahui adanya *illegal pattern*, *conditional causal footprint* dari *traces* SOP dan *conditional causal footprint* model yang terbentuk dari *traces event log* akan dibentuk. Kemudian, similaritas akan diukur untuk mendapatkan nilai similaritas terbesar antara *trace event log*  $n$  indeks ke- $i$  dengan *trace* SOP sebanyak  $m$  traces. Selanjutnya, *pattern matching* dilakukan untuk mengetahui letak perbedaan *pattern* dari kedua *conditional causal footprint* tersebut. Untuk membentuk *conditional causal footprint* SOP, algoritma pada Tabel 3.1 digunakan. Untuk membentuk *conditional causal footprint* dari *trace event log*, algoritma pada Tabel 3.3 digunakan. Tabel 4.1 menunjukkan hasil *conditional causal footprint* pada SOP *Purchasing* dan

Tabel 4.2 menunjukkan hasil *conditional causal footprint* pada *event log Purchasing*. Tabel 4.3 menunjukkan hasil *conditional causal footprint* pada SOP *Discount* dan Tabel 4.4 menunjukkan hasil *conditional causal footprint* pada *event log Discount*. Adapun alias yang digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas-aktivitas yang tertera pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6 terdapat dalam Tabel 4.5.



Tabel 4.1 *Conditional Causal Footprint SOP Modul Purchasing* (a) *Trace 1*, (b) *Trace 2*, dan (c) *Trace 3*

(a)

	A	B	C	H	K
A	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#
B	□,←	□,#	□,#	□,#	>30,→
C	□,#	□,#	□,#	□,→	□,←
H	□,#	□,#	□,←	□,#	□,#
K	□,#	□,←	□,→	□,#	□,#

(b)

	A	B	D	E	F	H	I	J	L
A	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#
B	□,←	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	<=30,→
D	□,#	□,#	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←
E	□,#	□,#	□,←	□,#	<,→	□,#	□,#	□,#	□,#
F	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,#	□,→	□,#	□,#
H	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#
I	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,#	□,→	□,#
J	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,→	□,←	□,#	□,#
L	□,#	□,←	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#

(c)

	A	B	D	E	G	H	L
A	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#
B	□,←	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	<=30,→
D	□,#	□,#	□,#	□,→	□,#	□,#	□,←
E	□,#	□,#	□,←	□,#	□,→	□,#	□,#
G	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,→	□,#
H	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,#
L	□,#	□,←	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#

**Keterangan**

#	merupakan notasi aktivitas tanpa relasi
->	merupakan notasi aktivitas NEXT
<-	merupakan notasi aktivitas PREV
	merupakan notasi aktivitas parallel

Tabel 4.2 Conditional Causal Footprint event log Purchasing (a) Trace 1, (b) Trace 2, (c) Trace 3, dan (d) Trace 4

(a)

	A	B	D	E	F	H	I	J	K
A	[],#	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#
B	[],←	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	>30,→
D	[],#	[],#	[],#	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←
E	[],#	[],#	[],←	[],#	<,→	[],#	[],#	[],#	[],#
F	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#	[],#	[],→	[],#	[],#
H	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#
I	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#	[],#	[],→	[],#
J	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],→	[],←	[],#	[],#
K	[],#	[],←	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#

(b)

	A	B	D	E	F	H	I	J	L
A	[],#	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#
B	[],←	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	<=30,→
D	[],#	[],#	[],#	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←
E	[],#	[],#	[],←	[],#	<,→	[],#	[],#	[],#	[],#
F	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#	[],#	[],→	[],#	[],#
H	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#
I	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#	[],#	[],→	[],#
J	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],→	[],←	[],#	[],#
L	[],#	[],←	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#

(c)

	A	B	D	E	F	H	I	J	L
A	[],#	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#
B	[],←	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	<=30,→
D	[],#	[],#	[],#	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←
E	[],#	[],#	[],←	[],#	>,→	[],#	[],#	[],#	[],#
F	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#	[],#	[],→	[],#	[],#
H	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#
I	[],#	[],#	[],#	[],#	[],←	[],#	[],#	[],→	[],#
J	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],→	[],←	[],#	[],#
L	[],#	[],←	[],→	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#	[],#

(d)

	A	B	D	E	F	H	I	J	K
A	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#
B	□,←	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	>30,→
D	□,#	□,#	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←
E	□,#	□,#	□,←	□,#	>,→	□,#	□,#	□,#	□,#
F	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,#	□,→	□,#	□,#
H	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#
I	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,#	□,→	□,#
J	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,→	□,←	□,#	□,#
K	□,#	□,←	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#

Tabel 4.3 *Conditional Causal Footprint SOP Modul Discount* (a) Trace 1 dan (b) Trace 2

(a)

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
M	□,#	□,→	□,→	□,→	□,→	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#
N	□,←	□,#	□,	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
O	□,←	□,	□,#	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
P	□,←	□,	□,	□,#	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
Q	□,←	□,	□,	□,	□,#	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
R	□,←	□,	□,	□,	□,	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#
S	□,#	□,←	□,←	□,←	□,←	□,←	□,#	□,→	□,#	□,#
T	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,→	□,#
U	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	>,→
V	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#

(b)

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
M	□,#	□,→	□,→	□,→	□,→	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#
N	□,←	□,#	□,	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
O	□,←	□,	□,#	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
P	□,←	□,	□,	□,#	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
Q	□,←	□,	□,	□,	□,#	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
R	□,←	□,	□,	□,	□,	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#
S	□,#	□,←	□,←	□,←	□,←	□,←	□,#	□,→	□,#	□,#
T	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,	□,#
U	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,	□,#	>,→
V	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#

Tabel 4.4 *Conditional Causal Footprint event log Discount* (a) *Trace 1*, (b) *Trace 2*, (c) *Trace 3*, dan (d) *Trace 4*

(a)

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
M	□,#	□,→	□,→	□,→	□,→	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#
N	□,←	□,#	□,	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
O	□,←	□,	□,#	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
P	□,←	□,	□,	□,#	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
Q	□,←	□,	□,	□,	□,#	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
R	□,←	□,	□,	□,	□,	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#
S	□,#	□,←	□,←	□,←	□,←	□,←	□,#	□,→	□,#	□,#
T	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,→	□,#
U	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	>,→
V	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#

(b)

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
M	□,#	□,→	□,→	□,→	□,→	□,→	□,#	□,#	□,#	□,#
N	□,←	□,#	□,	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
O	□,←	□,	□,#	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
P	□,←	□,	□,	□,#	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
Q	□,←	□,	□,	□,	□,#	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
R	□,←	□,	□,	□,	□,	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#
S	□,#	□,←	□,←	□,←	□,←	□,←	□,#	□,→	□,#	□,#
T	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,	□,#
U	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,	□,#	>,→
V	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#

(c)

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
M	□,#	□,→	□,→	□,→	□,→	□,→	□,#	□,#	<,←	□,#
N	□,←	□,#	□,	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
O	□,←	□,	□,#	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
P	□,←	□,	□,	□,#	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
Q	□,←	□,	□,	□,	□,#	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
R	□,←	□,	□,	□,	□,	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#
S	□,#	□,←	□,←	□,←	□,←	□,←	□,#	□,→	□,#	□,#
T	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#	□,	□,#
U	<,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,	□,#	>,→
V	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#

(d)

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
M	□,#	□,→	□,→	□,→	□,→	□,→	□,#	□,#	>,→	□,#
N	□,←	□,#	□,	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
O	□,←	□,	□,#	□,	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
P	□,←	□,	□,	□,#	□,	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
Q	□,←	□,	□,	□,	□,#	□,	□,→	□,#	□,#	□,#
R	□,←	□,	□,	□,	□,	□,#	□,→	□,#	□,#	□,#
S	□,#	□,←	□,←	□,←	□,←	□,←	□,#	□,→	□,#	□,#
T	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□←	□,#	□,	□,#
U	>,→	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,	□,#	>,→
V	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,#	□,←	□,#

Tabel 4.5 Keterangan Alias

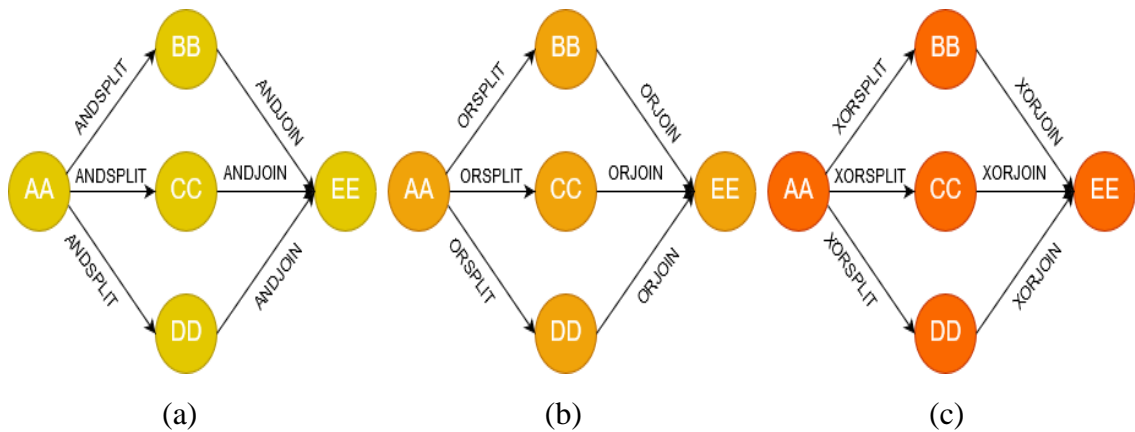
Alias	Aktivitas	Alias	Aktivitas
A	Receive Purchase Request	L	Classify item stock as low stock
B	Check Stock	M	Open Discount Menu
C	Reject Request	N	Setting Discount Name
D	Make List of Supplier	O	Setting Discount Type
E	Check Item Price and Expedition Price	P	Setting Amount of Discount
F	Accept	Q	Setting Discount Start Time
G	Reject	R	Setting Discount End Time
H	End	S	Finish Discount
I	Calculating Total Expenses	T	Do Selling
J	Choose Supplier	U	Check discount end time
K	Classify item stock as high stock	V	End

### 4.3. Usulan Metode Similaritas dan *Pattern Matching*

Perbedaan *causal footprint* dideteksi dengan menggunakan algoritma *pattern matching* pada Table 3.4 baris pertama sampai baris ke-8. Selain itu, tesis ini juga mengusulkan metode similaritas baru untuk mengukur kesamaan *behavioral model* proses. Terdapat beberapa metode similaritas terdahulu sebagaimana yang dijelaskan dalam Subbab 2.2, namun tidak satupun dapat membedakan nilai relasi

paralel, seperti AND, OR, dan XOR. Tabel 2.3 telah menyajikan justifikasi bahwa nilai (*Value*) dari relasi AND lebih besar dari nilai (*Value*) relasi OR dan XOR. Sementara itu, nilai (*Value*) relasi OR berada di antara nilai (*Value*) relasi AND dan XOR. Sedangkan nilai (*Value*) relasi XOR merupakan nilai (*Value*) terkecil di antara ketiga relasi paralel. Oleh karena itu, AND versus OR > OR versus XOR > AND versus XOR.

Untuk menguji metode similaritas terdahulu yang telah disajikan dalam Subbab 2.2 dan untuk menguji metode similaritas usulan, penulis menggunakan contoh graf pada Gambar 4.2 yang masing-masing memiliki relasi AND, OR, dan XOR.



Gambar 4.2 Graf yang Mengandung Relasi Paralel (a) AND, (b) OR, dan (c) XOR

Masing-masing graf akan diuji menggunakan metode similaritas terdahulu dan metode similaritas usulan.

#### 4.3.1 Metode Similaritas Jaccard

Metode similaritas Jaccard dapat digunakan untuk mengukur kesamaan *behavioral* model proses menggunakan Eq. (1) dengan penjabaran sebagai berikut:

##### a. Model AND pada Gambar 4.2(a)

Komponen-komponen  $x$  atau *node* yang dimiliki oleh Model AND adalah AA, BB, CC, DD, dan EE. Sedangkan komponen-komponen  $y$  atau *edge* yang dimiliki oleh Model AND adalah AABB, AACC, AADD, BBEE, CCEE, dan DDEE.

b. Model OR pada Gambar 4.2(b)

Komponen-komponen  $x$  atau *node* yang dimiliki oleh Model OR adalah AA, BB, CC, DD, dan EE. Sedangkan komponen-komponen  $y$  atau *edge* yang dimiliki oleh Model OR adalah AABB, AACC, AADD, BBEE, CCEE, dan DDEE.

c. Model XOR pada Gambar 4.2(c)

Komponen-komponen  $x$  atau *node* yang dimiliki oleh Model XOR adalah AA, BB, CC, DD, dan EE. Sedangkan komponen-komponen  $y$  atau *edge* yang dimiliki oleh Model XOR adalah AABB, AACC, AADD, BBEE, CCEE, dan DDEE.

d. Model AND versus Model OR

Komponen nilai untuk mendapatkan hasil similaritas kedua model AND versus OR dengan menerapkan Eq. (1), adalah sebagai berikut:

$$x_1 \cap x_2 = 5$$

$$y_1 \cap y_2 = 6$$

$$x_1 \cup x_2 = 5$$

$$y_1 \cup y_2 = 6$$

Maka nilai similaritas Jaccard kedua model adalah

$$J(\text{Model AND}, \text{Model OR}) = \frac{\sum(x_1 \cap x_2) + \sum(y_1 \cap y_2)}{\sum(x_1 \cup x_2) + \sum(y_1 \cup y_2)} = \frac{5+6}{5+6} = 1$$

e. Model OR versus Model XOR

Komponen nilai untuk mendapatkan hasil similaritas kedua model OR versus XOR dengan menerapkan Eq. (1), adalah sebagai berikut:

$$x_1 \cap x_2 = 5$$

$$y_1 \cap y_2 = 6$$

$$x_1 \cup x_2 = 5$$

$$y_1 \cup y_2 = 6$$

Maka nilai similaritas Jaccard kedua model adalah

$$J(\text{Model OR}, \text{Model XOR}) = \frac{\sum(x_1 \cap x_2) + \sum(y_1 \cap y_2)}{\sum(x_1 \cup x_2) + \sum(y_1 \cup y_2)} = \frac{5+6}{5+6} = 1$$

f. Model AND versus Model XOR

Komponen nilai untuk mendapatkan hasil similaritas kedua model AND versus XOR dengan menerapkan Eq. (1), adalah sebagai berikut:

$$x_1 \cap x_2 = 5$$

$$y_1 \cap y_2 = 6$$

$$x_1 \cup x_2 = 5$$

$$y_1 \cup y_2 = 6$$

Maka nilai similaritas Jaccard kedua model adalah

$$J(\text{Model AND}, \text{Model XOR}) = \frac{\sum(x_1 \cap x_2) + \sum(y_1 \cap y_2)}{\sum(x_1 \cup x_2) + \sum(y_1 \cup y_2)} = \frac{5+6}{5+6} = 1$$

Dengan demikian, nilai similaritas AND versus OR, OR versus XOR, dan AND versus XOR adalah 1. Sehingga AND versus OR = OR versus XOR = AND versus XOR. Pernyataan ini tidak sesuai dengan justifikasi pada Tabel 2.3.

### 5.3.2 Metode Similaritas *Transition Adjacency Relations* (TARs)

Metode similaritas TARs dapat digunakan untuk mengukur kesamaan *behavioral* model proses menggunakan Eq. (2) dengan penjabaran sebagai berikut:

a. Model AND pada Gambar 4.2(a)

Komponen-komponen yang sama yang dimiliki oleh Model AND adalah AABB, AACC, AADD, BBEE, CCEE, dan DDEE.

b. Model OR pada Gambar 4.2(b)

Komponen-komponen yang sama yang dimiliki oleh Model AND adalah AABB, AACC, AADD, BBEE, CCEE, dan DDEE.

c. Model XOR pada Gambar 4.2(c)

Komponen-komponen yang sama yang dimiliki oleh Model AND adalah AABB, AACC, AADD, BBEE, CCEE, dan DDEE.

d. Model AND versus Model OR

Nilai similaritas TARs kedua model adalah

$$TARs\ Sim = \frac{(\text{The amount of similar TARset})^2}{TARset_1 \cdot TARset_2} = \frac{6^2}{6 \cdot 6} = 1$$



e. Model OR versus Model XOR

Nilai similaritas TARs kedua model adalah

$$TARs\ Sim = \frac{(The\ amount\ of\ similar\ TARset)^2}{TARset_1 \cdot TARset_2} = \frac{6^2}{6 \cdot 6} = 1$$

f. Model AND versus Model XOR

Nilai similaritas TARs kedua model adalah

$$TARs\ Sim = \frac{(The\ amount\ of\ similar\ TARset)^2}{TARset_1 \cdot TARset_2} = \frac{6^2}{6 \cdot 6} = 1$$

Dengan demikian, nilai similaritas AND versus OR, OR versus XOR, dan AND versus XOR adalah 1. Sehingga AND versus OR = OR versus XOR = AND versus XOR. Pernyataan ini tidak sesuai dengan justifikasi pada Tabel 2.3.

### 5.3.3 Metode Similaritas *Graph Edit Distance* (GED)

Metode similaritas GED dapat digunakan untuk mengukur kesamaan struktural model proses menggunakan Eq. (3) hingga Eq. (6) dengan penjabaran sebagai berikut:

a. Model AND versus Model OR

Komponen nilai untuk mendapatkan hasil similaritas kedua model AND versus OR dengan menerapkan Eq. (3) hingga Eq. (6), adalah sebagai berikut:

$$|sn| = 0, |N1| = 5, |N2| = 5, snv = 0$$

$$|se| = 0, |E1| = 6, |E2| = 6, sev = 0$$

$$sbv = 0$$

Maka nilai similaritas GED kedua model adalah

$$SimGED(G_1, G_2) = 1 - avg(snv, sev, sbv) = 1 - avg(0,0,0)$$

$$SimGED(G_1, G_2) = 1$$

b. Model OR versus Model XOR

Komponen nilai untuk mendapatkan hasil similaritas kedua model OR versus XOR dengan menerapkan Eq. (3) hingga Eq. (6), adalah sebagai berikut:

$$|sn| = 0, |N1| = 5, |N2| = 5, snv = 0$$

$$|se| = 0, |E1| = 6, |E2| = 6, sev = 0$$

$$sbv = 0$$

Maka nilai similaritas GED kedua model adalah

$$SimGED(G_1, G_2) = 1 - avg(snv, sev, sbv) = 1 - avg(0,0,0)$$

$$SimGED(G_1, G_2) = 1$$

c. Model AND versus Model XOR

Komponen nilai untuk mendapatkan hasil similaritas kedua model AND versus XOR dengan menerapkan Eq. (3) hingga Eq. (6), adalah sebagai berikut:

$$|sn| = 0, |N1| = 5, |N2| = 5, snv = 0$$

$$|se| = 0, |E1| = 6, |E2| = 6, sev = 0$$

$$sbv = 0$$

Maka nilai similaritas GED kedua model adalah

$$SimGED(G_1, G_2) = 1 - avg(snv, sev, sbv) = 1 - avg(0,0,0)$$

$$SimGED(G_1, G_2) = 1$$

Dengan demikian, nilai similaritas AND versus OR, OR versus XOR, dan AND versus XOR adalah 1. Sehingga AND versus OR = OR versus XOR = AND versus XOR. Pernyataan ini tidak sesuai dengan justifikasi pada Tabel 2.3.

### 5.3.4 Metode Similaritas Usulan

Metode similaritas usulan dapat digunakan untuk mengukur kesamaan *behavioral* model proses menggunakan Eq. (9) sampai dengan Eq. (21) dengan penjabaran sebagai berikut:

a. Model AND pada Gambar 4.2(a)

Komponen-komponen yang sama yang dimiliki oleh Model AND adalah

$$N_{||} \text{ AND} = n(n - 1) = 3(2) = 6$$

$$N_{||} \text{ double loop} = 2 dl = 2(0) = 0$$

$$N_{\rightarrow} = n_{split} + n_{join} + (s - 1) + l = 3 + 3 + 0 + 0 = 6$$

$$N_{\leftarrow} = N_{\rightarrow} = 6$$

$$N_{\#} = m^2 - (N_{||} \text{ AND} + N_{||} \text{ OR} + N_{||} \text{ XOR} + N_{||} \text{ double loop} + N_{\rightarrow} + N_{\leftarrow}) = 25 - (6 + 0 + 0 + 0 + 6 + 6) = 7$$

$$p(e)_{\text{AND}} = \frac{1}{4}$$

b. Model OR pada Gambar 4.2(b)

Komponen-komponen yang sama yang dimiliki oleh Model OR adalah

$$N_{||} \text{ OR} = \frac{1}{2}n(n-1) = \frac{1}{2}3(2) = 3$$

$$N_{||} \text{ double loop} = 2 dl = 2(0) = 0$$

$$N_{\rightarrow} = n_{split} + n_{join} + (s-1) + l = 3 + 3 + 0 + 0 = 6$$

$$N_{\leftarrow} = N_{\rightarrow} = 6$$

$$N_{\#} = m^2 - (N_{||} \text{ AND} + N_{||} \text{ OR} + N_{||} \text{ XOR} + N_{||} \text{ double loop} + N_{\rightarrow} + N_{\leftarrow}) = 25 - (0 + 3 + 0 + 0 + 6 + 6) = 10$$

$$p(e)\text{OR} = \frac{1}{2}.$$

c. Model XOR pada Gambar 4.2(c)

Komponen-komponen yang sama yang dimiliki oleh Model XOR

$$N_{||} \text{ XOR} = 0$$

$$N_{||} \text{ double loop} = 2 dl = 2(0) = 0$$

$$N_{\rightarrow} = n_{split} + n_{join} + (s-1) + l = 3 + 3 + 0 + 0 = 6$$

$$N_{\leftarrow} = N_{\rightarrow} = 6$$

$$N_{\#} = m^2 - (N_{||} \text{ AND} + N_{||} \text{ OR} + N_{||} \text{ XOR} + N_{||} \text{ double loop} + N_{\rightarrow} + N_{\leftarrow}) = 25 - (0 + 0 + 0 + 0 + 6 + 6) = 13$$

$$p(e)\text{XOR} = \frac{3}{4}.$$

d. Model AND versus Model OR

Nilai similaritas kedua model dijabarkan sebagai berikut:

$$Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = 3$$

$$d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{17}, d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{9 + (\frac{1}{4^2})} = \frac{3}{9.125}$$

$$d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{12}, d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{12}$$

$$Sim(M_{CF_x}, M_{CF_y}) =$$

$$\frac{1}{d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})} = 0.499$$

e. Model OR versus Model XOR

Nilai similaritas kedua model dijabarkan sebagai berikut:

$$Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = 3$$

$$d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{23}, d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{3 + \left(\frac{13}{2^4}\right)} = \frac{3}{3.375}$$

$$d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{12}, d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{3}{12}$$

$$Sim(M_{CF_x}, M_{CF_y}) =$$

$$\frac{1}{d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})} = 0.397$$

f. Model AND versus Model XOR

Nilai similaritas kedua model dijabarkan sebagai berikut:

$$Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = 6$$

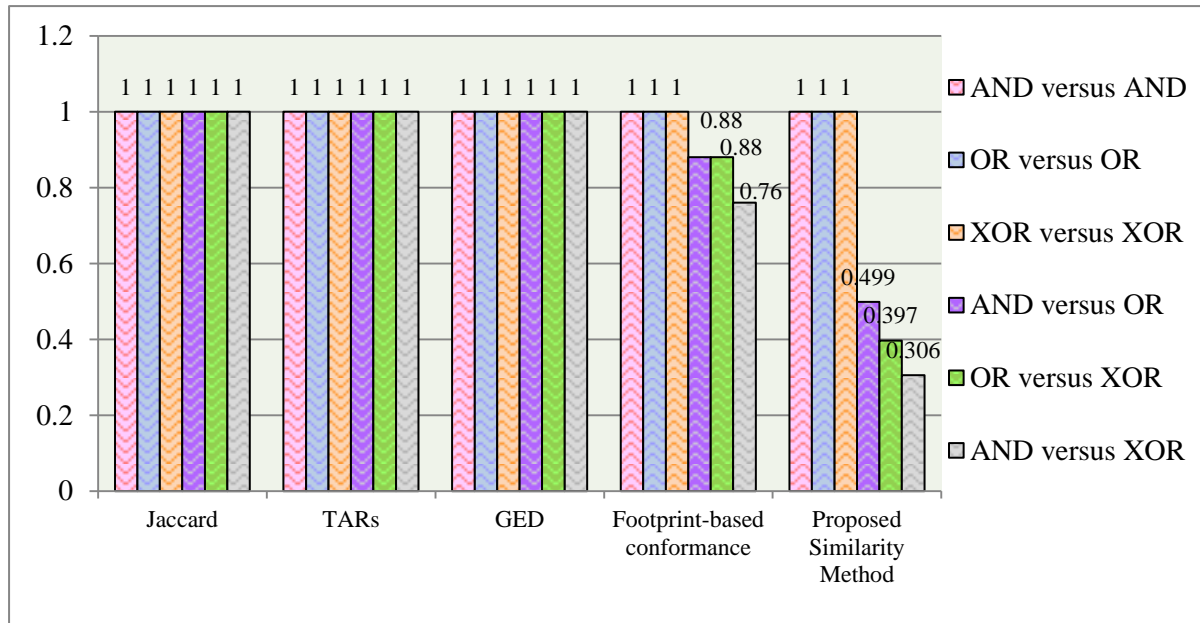
$$d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{6}{20}, d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{6}{6 + \left(\frac{13}{4^4}\right)} = \frac{6}{6.1875}$$

$$d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{6}{12}, d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) = \frac{6}{12}$$

$$Sim(M_{CF_x}, M_{CF_y}) =$$

$$\frac{1}{d_{\#}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{||}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\rightarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y}) + d_{\leftarrow}(M_{CF_x}, M_{CF_y})} = 0.306$$

Dengan demikian, nilai similaritas AND versus OR, OR versus XOR, dan AND versus XOR adalah 0.499, 0.397, dan 0.306 secara berurutan. Sehingga AND versus OR > OR versus XOR > AND versus XOR. Pernyataan ini sesuai dengan justifikasi pada Tabel 2.3. Gambar 4.3 menunjukkan ringkasan perbandingan hasil similaritas metode-metode terdahulu dengan metode usulan yang menunjukkan bahwa metode-metode terdahulu tidak mampu membedakan nilai-nilai relasi paralel, seperti AND, OR, dan XOR. Namun, metode usulan mampu membedakan nilai-nilai relasi paralel. Hal tersebut sesuai dengan justifikasi yang tertera pada Tabel 2.3.



Gambar 4.3 Perbandingan Hasil Similaritas Metode Terdahulu dengan Metode Usulan

Berdasarkan Gambar 4.3, metode similaritas usulan mampu memberikan hasil similaritas lebih baik dibandingkan metode-metode similaritas terdahulu, seperti Jaccard, TARs, dan GED. Dengan demikian, tesis ini menggunakan metode similaritas usulan untuk mengukur nilai kesamaan antar model berdasarkan causal footprint dari model tersebut dengan menerapkan Eq. (9) sampai dengan Eq. (21).

Tabel 4.1 hingga Tabel 4.4 telah menunjukkan hasil *causal footprint* antar model SOP dan model dari *log* pada modul *purchasing* dan *discount* secara berurutan. Dengan mengukur nilai similaritas menggunakan Eq. (9) sampai dengan Eq. (21), maka akan didapatkan nilai similaritas terbesar dari setiap *trace event log* dengan SOP. Tabel 4.6 menunjukkan hasil similaritas antar *trace*.

Tabel 4.6 Hasil Similaritas *Conditional Causal Footprint* per *Trace*

Modul	<i>Event log trace</i> ke-	SOP <i>trace</i> ke-	Nilai Similaritas
<i>Purchasing</i>	1	1	0.0195
		2	0.0479
		3	0.0202
	2	1	0.0110

		2	0.0586	
		3	0.0342	
		3	1	0.0110
			2	0.0586
			3	0.0342
		4	1	0.0195
	2		0.0479	
	3		0.0202	
	Discount	1	1	0.0753
			2	0.0734
		2	1	0.0700
			2	0.0711
3		1	0.0637	
		2	0.0634	

Berdasarkan Tabel 4.6, didapatkan hasil similaritas per *trace*. *Event log trace* ke-1 dengan SOP *trace* ke-2 memiliki nilai similaritas terbesar, yaitu 0.0479. *Event log trace* ke-2 dengan SOP *trace* ke-2 memiliki nilai similaritas terbesar, yaitu 0.0586, dan seterusnya. Nilai similaritas terbesar ini dipilih untuk dilakukan *pattern matching* untuk mengecek perbedaan *pattern* dan nilai kondisional. Contohnya, pada *event log trace* ke-1 dengan SOP *trace* ke-2 memiliki perbedaan *pattern* pada DK-KD, sehingga dinyatakan adanya *illegal pattern*.

#### 4. 4. Deteksi Anomali

Tabel 4.1 hingga Tabel 4.4 telah menunjukkan hasil *causal footprint* antar Model SOP dan Model dari *log* pada modul *purchasing* dan *discount* secara berurutan. Dengan melakukan *pattern matching* menggunakan algoritma pada Table 3.4, ditemukan perbedaan *causal footprint* (*illegal pattern*) atau  $Dif(M_{CF_x}, M_{CF_y})$  sebanyak dua perbedaan. Pada modul *purchasing*, *illegal pattern* ditemukan pada KD dan DK, di mana pada SOP KD dan DK tidak memiliki relasi (digambarkan dengan notasi #) sedangkan pada model dari *log*,

DK dan KD memiliki relasi (digambarkan dengan notasi  $\leftarrow$  dan  $\rightarrow$ ). Pada modul *discount*, *illegal pattern* ditemukan pada IA dan AI, di mana pada SOP IA dan AI tidak memiliki relasi (digambarkan dengan notasi #) sedangkan pada model dari *log*, AI dan IA memiliki relasi (digambarkan dengan notasi  $\leftarrow$  dan  $\rightarrow$ ). Tabel 4.7 menunjukkan potongan informasi *case* terjadinya anomali pada modul *purchasing*. Sedangkan Tabel 4.8 menunjukkan informasi *case* terjadinya anomali pada modul *discount*. Adapun informasi lengkap anomali modul *discount* dan anomali modul *purchasing* terdapat dalam Lampiran A dan Lampiran B.

Tabel 4.7 Potongan Letak Anomali pada Modul *Purchasing*

<i>Case</i>	Nama Produk	Stok	Modul	Category
96	Snack pilus	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	Snack peanut rosta	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	Snack gery salut	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	Snack better	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	Snack siip	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	Snack chocolatos	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
...	...	...	...	...
682	Sandals	46	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
682	Sandals	46	Purchasing	High Price - Wrong Decision

Tabel 4.8 Potongan Letak Anomali pada Modul *Discount*

<i>Case</i>	Nama <i>Discount</i>	Nominal	Modul	Category
5	Discount special february	20%	Discount	Illegal Pattern
7	Discount special february	14%	Discount	Illegal Pattern
15	Discount special february	20%	Discount	Wrong Decision Containing Illegal Pattern

Terdapat metode-metode pendeteksi anomali terdahulu yang telah diusulkan [2]–[4], [6], [27] dengan beberapa atribut anomali yang diusulkan, seperti *skip sequence*, *skip decision*, *wrong decision*, *wrong resource*, *throughput time min*, *throughput time min*, *throughput time max*, *wrong duty sequence*, *wrong duty decision*, *wrong duty combine*, *parallel event*, *over collateral*, dan *under collateral*. Namun, metode tersebut belum mampu menangkap jenis anomali *illegal pattern* yang memiliki pola eksekusi aktivitas menyimpang dari SOP. Hal tersebut dibuktikan pada Gambar 4.4 dengan menghitung akurasi, *specificity*, dan *sensitivity* menggunakan Eq. (22) hingga Eq. (24) dengan detail *True Positive (TP)*, *True Negative (TN)*, *False Positive (FP)*, dan *False Negative (FN)* pada Tabel 4.9 yang menunjukkan bahwa akurasi deteksi anomali menggunakan metode usulan untuk mendeteksi anomali pada proses transaksi jual beli ERP dapat meningkat dibandingkan dengan menggunakan metode-metode deteksi anomali terdahulu.

Tabel 4.9 *Confusion Matrix*

		Actual Class	
		Anomaly	Not Anomaly
Predicted Class	Anomaly	<i>TP</i>	<i>FP</i>
	Not Anomaly	<i>FN</i>	<i>TN</i>

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (22)$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP} \times 100\% \quad (23)$$

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (24)$$

di mana

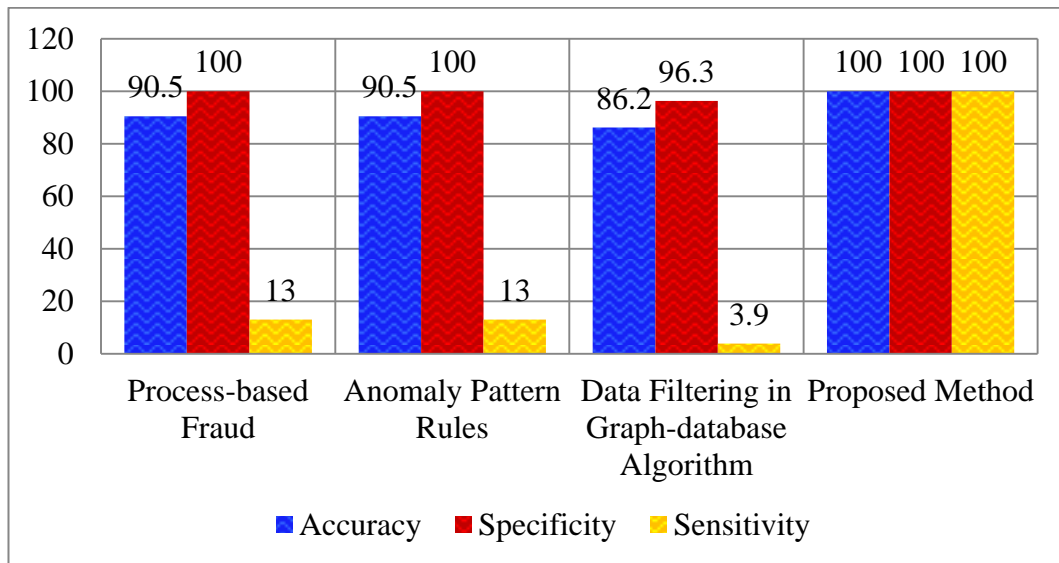
*TP* adalah *True Positive*

*TN* adalah *True Negative*

*FP* adalah *False Positive*

*FN* adalah *False Negative*





Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Akurasi Metode Deteksi Anomali Usulan dengan Metode Deteksi Anomali Terdahulu

#### 4.5. Visualisasi Anomali menggunakan Grailog

Pada tesis ini, anomali divisualisasikan dalam Grailog guna melihat informasi anomali secara lebih detail dan menampilkan alur proses terjadinya anomali. Pada penelitian terdahulu, informasi mengenai terjadinya anomali pada proses hanya ditampilkan dalam bentuk tabel yang berisi *case*, jenis anomali yang terjadi, dan level anomali (*high*, *medium*, *low*). Dalam tesis ini, anomali ditampilkan secara lebih informatif sehingga dapat membantu analis dalam memahami alur anomali yang terjadi.

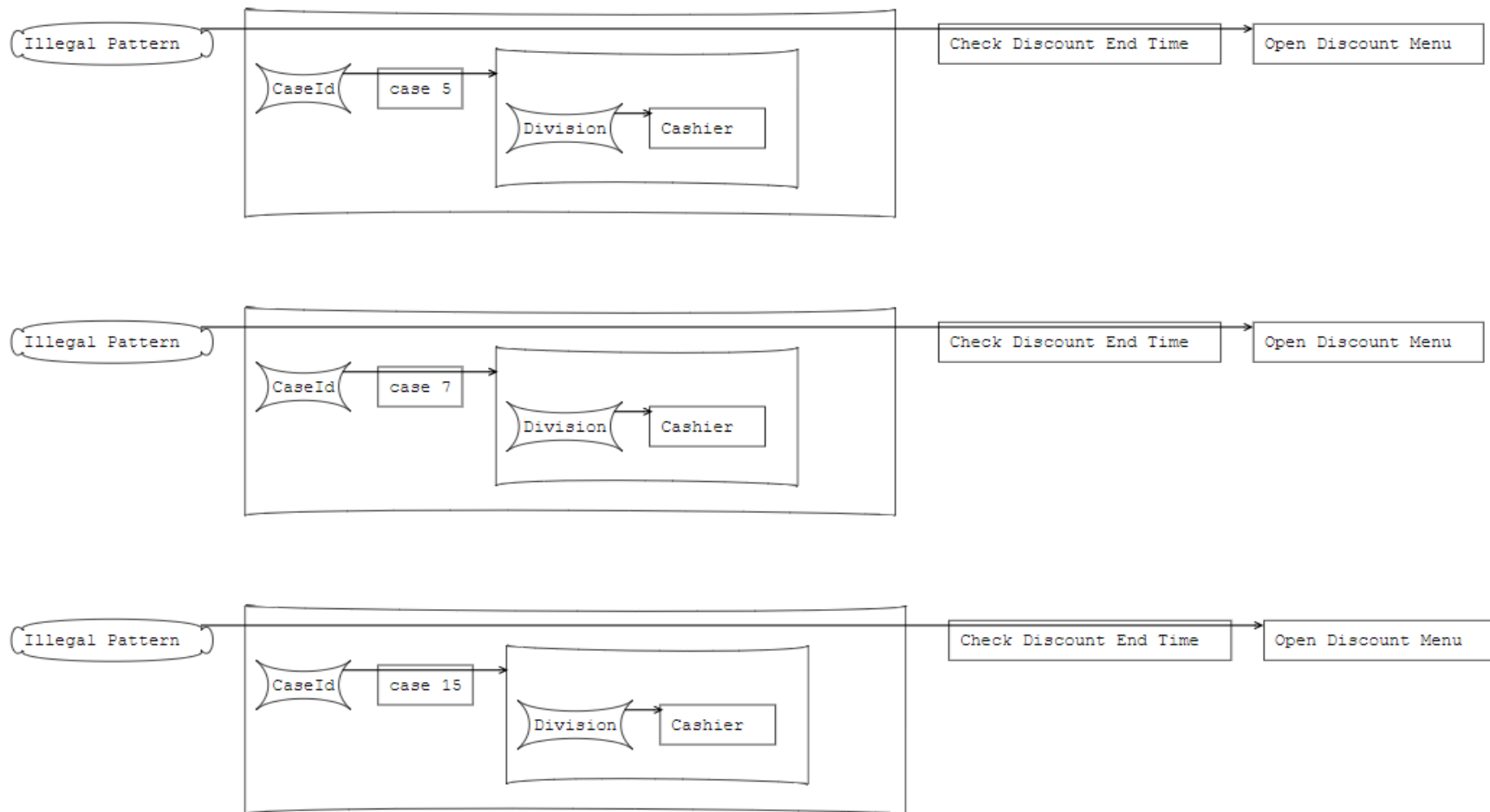
*Graph Inscribed Logic* (Grailog) merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan suatu *knowledge* dan kejadian dengan satu garis lurus secara langsung dari awal hingga akhir. Sehingga, analis akan lebih mudah memahami dan mengetahui letak anomali secara tepat.

RuleML adalah sumber penting utama untuk pengimplementasian Grailog. Dalam tesis ini, RuleML [26] adalah bahasa yang berisi sekumpulan rule untuk pembentukan suatu proses. RuleML diserialisasi dalam XML sebagai input yang akan diterjemahkan ke dalam output Grailog. Untuk mentransformasikan RuleML ke dalam Grailog, XSLT dibutuhkan. Adapun penjelasan lengkap mengenai RuleML terdapat dalam Subbab 2.4. Tabel 4.10 menunjukkan potongan kode

untuk RuleML sebelum ditransformasi ke dalam Grailog berekstensi .svg dan Gambar 4.5 merupakan hasil Grailog hasil transformasi RuleML. Adapun kode dan visualisasi lengkap dapat dilihat pada Lampiran C dan Lampiran D.

Tabel 4.10 Potongan Kode RuleML untuk Representasi Grailog

1.	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2.	<?xml-model
3.	href="http://www.ruleml.org/1.0/relaxng/hornlogeq_relaxed.rnc"?>
4.	<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="Renderer.xslt"?>
5.	<RuleML>
6.	<Assert>
7.	<Atom>
8.	<Rel> Illegal Pattern </Rel>
9.	<Expr>
10.	<Fun per="copy">CaseId</Fun>
11.	<Ind>case 5</Ind>
12.	<Expr>
13.	<Fun per="copy">Division</Fun>
14.	<Ind> Cashier </Ind>
15.	</Expr>
16.	</Expr>
17.	<Ind> Check Discount End Time </Ind>
18.	<Ind> Open Discount Menu </Ind>
19.	</Atom>
20.	<Atom>
21.	<Rel> Illegal Pattern </Rel>
22.	<Expr>
23.	<Fun per="copy">CaseId</Fun>
24.	<Ind>case 7</Ind>
25.	<Expr>
26.	<Fun per="copy">Division</Fun>
27.	<Ind> Cashier </Ind>
28.	</Expr>
29.	</Expr>
30.	<Ind> Check Discount End Time </Ind>
31.	<Ind> Open Discount Menu </Ind>
32.	</Atom>
33.	<Atom>
34.	<Rel> Illegal Pattern </Rel>
35.	<Expr>
36.	<Fun per="copy">CaseId</Fun>
37.	<Ind>case 15</Ind>
38.	<Expr>
39.	<Fun per="copy">Division</Fun>
40.	<Ind> Cashier </Ind>
41.	</Expr>
42.	</Expr>
43.	<Ind> Check Discount End Time </Ind>
44.	<Ind> Open Discount Menu </Ind>
45.	</Atom>
46.	</Assert>
47.	</RuleML>



Gambar 4.5 Hasil Visualisasi Anomali menggunakan Grailog

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Anomali merupakan sebuah proses yang tidak sesuai dengan SOP. Beberapa metode terdahulu diusulkan namun tidak ada yang mampu menangkap *illegal pattern*. *Illegal pattern* merupakan jenis anomali yang proses eksekusinya keluar dari jalur yang telah ditetapkan.

Penelitian ini mengusulkan suatu metode untuk mendeteksi anomali dengan mengombinasikan *conditional causal footprint*, metode similaritas baru, dan *pattern matching*. *Conditional causal footprint* merupakan pengembangan dari *causal footprint* dengan menambahkan nilai kondisional dari aktivitas. Selanjutnya, *conditional causal footprint* diukur dengan metode similaritas baru untuk mendapatkan hasil similaritas tertinggi dari setiap *trace*. Untuk mengatasi kelemahan dari metode similaritas yang ada, yaitu Jaccard, TARs, dan GED, penelitian ini mengusulkan metode similaritas, sehingga dapat memberikan hasil yang lebih tepat dengan membedakan operator hubungan paralel, yaitu AND, OR, dan XOR. Terakhir, hasil tertinggi dari metode similaritas dibandingkan melalui *pattern matching* untuk menangkap anomali. Validasi eksperimental menunjukkan bahwa kombinasi dari *conditional causal footprint*, metode similaritas baru, dan *pattern matching* mampu memberikan hasil yang lebih baik untuk sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi dibandingkan dengan metode sebelumnya, yaitu *Process-based Fraud*, *Control-flow* dan *Anomaly Pattern Rule*, dan *Data Filtering in Graph-database Algorithm*. *Process-based Fraud* serta *Control-flow* dan *Anomaly Pattern Rule* masing-masing memperoleh 13%, 100%, dan 91% untuk sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi. Selanjutnya, *Data Filtering in Graph-database Algorithm* memperoleh 4%, 96%, dan 86% untuk sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi. Sementara itu, kombinasi dari *conditional causal footprint*, metode similaritas baru, dan *pattern matching* memperoleh 100% untuk sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi.

## 5.2. Saran

Penelitian ini telah mampu menaikkan akurasi dari metode sebelumnya. Metode usulan diuji menggunakan data transaksi jual-beli yang terekam dalam ERP. Selanjutnya, *testing* dapat dilakukan menggunakan dataset yang lebih beragam untuk meningkatkan validitas metode yang diusulkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. de L. Bezerra, J. Wainer, and W. M. P. Van Der Aalst, “Anomaly Detection using Process Mining,” in *Business Information Processing*, 2009, no. January, pp. 1–13.
- [2] S. Huda and T. Ahmad, “Identification of Process-based Fraud Patterns in Credit Application,” pp. 84–89, 2014.
- [3] S. Huda, R. Sarno, and T. Ahmad, “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, 2016.
- [4] D. Rahmawati, R. Sarno, C. Fatichah, and D. Sunaryono, “Fraud Detection on Event Log of Bank Financial Credit Business Process using Hidden Markov Model Algorithm,” pp. 35–40, 2017.
- [5] H. Darmawan, R. Sarno, A. S. Ahmadiyah, K. R. Sungkono, and C. S. Wahyuni, “Anomaly Detection based on Control-flow Pattern of Parallel Business Processes,” *TELKOMNIKA*, vol. 16, no. 6, pp. 2809–2816, 2018.
- [6] D. Rahmawati, “Anomaly Detection using Control Flow Pattern and Fuzzy Regression in Port Container Handling,” *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 2019.
- [7] S. Niwattanakul, J. Singthongchai, E. Naenudorn, and S. Wanapu, “Using of Jaccard Coefficient for Keywords Similarity,” in *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2013*, 2013, vol. I.
- [8] A. C. Fauzan, R. Sarno, M. A. Yaqin, and A. Jamal, “Extracting Common Fragment based on Behavioral Similarity using Transition Adjacency Relations for Scalable Business Processes,” in *Proc. of International Conf. on Science in Information Technology (ICSITech)*, 2017, pp. 131–136.
- [9] R. Dijkman, M. Dumas, B. Van Dongen, K. Reina, and J. Mendling, “Similarity of business process models: Metrics and evaluation,” *Information System*, vol. 36, pp. 498–516, 2011.
- [10] C. S. Wahyuni, K. R. Sungkono, and R. Sarno, “Novel Parallel Business

- Process Similarity Methods Based on Weighted-Tree Declarative Pattern Models,” *International Journal of Intelligent Engineering & Systems*, vol. 12, no. 6, pp. 236–248, 2019.
- [11] J. Y. Jung, J. Bae, and L. Liu, “Hierarchical Clustering of Business Process Models,” *International Journal of Innovative Computing, Information and Control (IJICIC)*, vol. 5, no. 12, pp. 613–616, 2009.
- [12] M. Becker and R. Laue, “A Comparative Survey of Business Process Similarity Measures,” *Computers in Industry*, vol. 63, no. 2, pp. 148–167, 2012.
- [13] M. Koch, S. Schmidt, H. Boley, and R. Herpers, “Grailog KS Viz: A Grailog Visualizer for Datalog RuleML Using an XSLT Translator to SVG,” in *RuleML*, 2013.
- [14] L. Bidlake, “Grailog KS Viz 2.0: Graph-Logic Knowledge Visualization by XML-Based Translation,” The University of New Brunswick, 2016.
- [15] Mekhala, “A Review Paper on Process Mining,” *International Journal of Engineering and Techniques*, vol. 1, no. 4, pp. 11–17, 2015.
- [16] Y. A. Effendi and R. Sarno, “Discovering Process Model from Event Logs by Considering Overlapping Rules,” in *Proc. of International Conf. on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI 2017)*, 2017, pp. 19–21.
- [17] P. Weber, B. Bordbar, and P. Tiño, “Process Mining Algorithms,” *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 43, no. 2, pp. 303–317, 2013.
- [18] W. M. P. Van Der Aalst, T. Weijters, and L. Maruster, “Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs,” *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 16, no. 9, pp. 1128–1142, 2004.
- [19] W. M. P. Van Der Aalst, *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011.
- [20] W. M. P. Van Der Aalst, “Using Process Mining to Bridge the Gap between BI and BPM,” *IEEE Computer Society*, vol. 44, no. 12, pp. 77–80, 2011.
- [21] A. R. Lahitani, A. E. Permanasari, N. A. Setiawan, J. Grafika, and N.



- Kampus, “Cosine Similarity to Determine Similarity Measure : Study Case in Online Essay Assessment,” in *2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management.*, 2016.
- [22] D. Rahmawati, L. N. Aini, R. Sarno, C. Fatichah, and D. Sunaryono, “Comparison of Behavioral Similarity use TARs and Naïve Algorithm for Calculating Similarity in Business Process Model,” in *Proc. of International Conf. on Science in Information Technology (ICSITech)*, 2017, pp. 115–120.
- [23] A. C. Fauzan, R. Sarno, and M. A. Yaqin, “Performance Measurement Based on Coloured Petri Net Simulation of Scalable Business Processes,” in *Proc. of International Conf. on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 2017, pp. 1–6.
- [24] M. Dumas and L. Garc, “Similarity Search of Business Process Models,” no. May 2014, 2009.
- [25] J. Mendling, B. Van Dongen, and W. Van Der Aalst, “On the Degree of Behavioral Similarity between Business Process Models,” in *Proceedings 6th GI Workshop on Event-Driven Process Chains*, 2007, pp. 39–58.
- [26] H. Boley, A. Paschke, and M. O. Shafiq, “RuleML 1.0 : The Overarching Specification of Web Rules,” in *Proceedings of the 2010 International Conference on Semantic Web Rules*, 2010, pp. 1–17.
- [27] S. Huda, R. Sarno, and T. Ahmad, “Fuzzy MADM Approach for Rating of Process-Based Fraud,” *Journal of ICT Research and Applications*, vol. 9, no. 2, pp. 111–128, 2015.

*[halaman ini sengaja dikosongkan]*

## LAMPIRAN

### A. Informasi Case terjadinya Anomali pada Modul *Discount*

#### A. 1. Modul *Discount*

<i>Case</i>	Nama <i>Discount</i>	Nominal	Modul	Kategori
5	Discount special february	20%	Cashier	Illegal Pattern
7	Discount special february	14%	Cashier	Illegal Pattern
15	Discount special february	14%	Cashier	Wrong Decision Containing Illegal Pattern

### B. Informasi Case terjadinya Anomali pada Modul *Purchasing*

#### B. 1. Modul *Purchasing*

##### B. 1. 1 *Illegal Pattern*

<i>Case</i>	Nama Produk	Stok	Modul	Kategori
96	snack jajan kecil pilus	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	snack jajan kecil kacang garuda rosta	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	snack jajan kecil gery salut	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	snack jajan kecil better	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	snack jajan kecil siip	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
96	snack jajan kecil chocolatos	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
97	minuman botol indomilk	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
97	minuman sachet energen	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
97	minuman sachet milo	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
97	minuman sachet good day freeze	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
97	minuman sachet white coffee	40	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
168	mie instan indomie goreng	46	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
202	sabun mandi batang lux	147	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern

203	mie instan indomie goreng	78	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
392	mie instan indomie goreng	60	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
428	mie instan indomie goreng	96	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
429	sabun cuci piring mama lemon lime	45	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
432	rokok surya 12	44	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
433	rokok marlboro	44	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
434	handbody citra kecil	49	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
435	garnier foam	49	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
436	Soffel	32	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
437	snack jajan kecil pilus	50	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
438	snack jajan kecil kacang garuda rosta	50	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
439	snack jajan kecil gery salut	50	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
440	snack jajan kecil better	50	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
441	snack jajan kecil siip	50	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
442	snack jajan kecil chocolatos	50	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
444	minuman sachet torabika cappucino	120	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
445	minuman sachet energen	110	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
446	minuman sachet milo	150	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
447	minuman sachet good day freeze	70	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
448	minuman sachet white coffee	150	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
449	mie instan indomie kuah	48	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
450	sabun mandi batang nuvo	39	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
519	sabun mandi batang lux	193	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
520	pasta gigi kodomo anak	41	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
521	mie instan indomie	98	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern

	goreng			
522	sabun cuci piring sunlight	51	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
523	Kispray	51	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
524	bedak marcks	51	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
525	parfum pucelle	51	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
526	pasta gigi close up	51	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
527	beras lopo ijo	36	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
530	mie instan sarimie isi 2 kuah	34	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
531	mie instan sarimie isi 2 goreng	34	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
532	mie instan pop mie goreng	34	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
533	mie instan pop mie kuah	34	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
534	beras manna	55	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
535	minuman kardus sippleh	45	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
536	minuman kardus club	45	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
537	minuman kardus teh gelas	45	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
603	beras lopo ijo	43	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
604	pasta gigi kodomo anak	48	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
605	mie instan indomie goreng	104	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
606	abun cuci piring sunlight	60	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
607	Kispray	72	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
608	parfum pucelle	60	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
609	pasta gigi close up	60	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
617	sandal jepit swallow	34	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
669	sabun cuci piring mama lemon lime	82	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
670	sabun cuci piring sunlight	70	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
671	parfum pucelle	70	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
672	pasta gigi close up	70	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
573	beras lopo ijo	52	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
674	sandal jepit swallow	34	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
675	Soffel	49	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
677	beras manna	64	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern

678	mie instan sarimie isi 2 kuah	68	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
679	mie instan sarimie isi 2 goreng	68	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
680	mie instan pop mie goreng	68	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
681	mie instan pop mie kuah	68	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern
682	sandal jepit swallow	46	Purchasing	High Stock - Illegal Pattern

### **B. 1. 2 Wrong Decision**

<i>Case</i>	Nama Produk	Harga	Nama Suplier	Divisi	Kategori
168	sabun mandi batang lux	403,200	Supplier Toko Jaya	Purchasing	High Price - Wrong Decision
203	mie instan indomie goreng	100,000	Gudang Sembako	Purchasing	High Price - Wrong Decision
392	mie instan indomie goreng	100,000	Gudang Sembako	Purchasing	High Price - Wrong Decision
436	soffel	57,600	Supplier Toko Jaya	Purchasing	High Price - Wrong Decision
525	parfum pucelle	186,000	Gudang Sembako	Purchasing	High Price - Wrong Decision
528	sandal jepit swallow	120,000	Supplier Toko Jaya	Purchasing	High Price - Wrong Decision
608	parfum pucelle	186,000	Gudang Sembako	Purchasing	High Price - Wrong Decision
672	pasta gigi close up	110,400	Supplier Toko Jaya	Purchasing	High Price - Wrong Decision
674	sandal jepit swallow	120,000	Supplier Toko Jaya	Purchasing	High Price - Wrong Decision
682	sandal jepit swallow	120,000	Supplier Toko Jaya	Purchasing	High Price - Wrong Decision

### C. Kode RuleML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?xml-model
href="http://www.ruleml.org/1.0/relaxng/hornlogeq_relaxed
.rnc"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="Renderer.xslt"?>
<RuleML>
  <Assert>
  <Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 5</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Division</Fun>
      <Ind> Cashier </Ind>
    </Expr>
  </Expr>
  </Atom>
  <Ind> Check Discount End Time </Ind>
  <Ind> Open Discount Menu </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 7</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Division</Fun>
      <Ind> Cashier </Ind>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Check Discount End Time </Ind>
  <Ind> Open Discount Menu </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 15</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Division</Fun>
      <Ind> Cashier </Ind>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Check Discount End Time </Ind>
  <Ind> Open Discount Menu </Ind>
</Atom>
```

```

</Atom>
  <Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
      <Fun per="copy">CaseId</Fun>
      <Ind>case 96</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>snack jajan kecil pilus</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
          <Ind>40.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
  </Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 96</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>snack jajan kecil kacang garuda
        rosta</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
        <Ind>40.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 96</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>snack jajan kecil gery salut</Ind>
    </Expr>
  </Expr>

```



```

        <Expr>
            <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
            <Ind>40.0</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 96</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>snack jajan kecil better</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>40.0</Ind>
    </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 96</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>snack jajan kecil siip</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>40.0</Ind>
    </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>

```

```

<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 96</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>snack jajan kecil chocolates</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>40.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 97</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>minuman botol indomilk</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>40.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 97</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>minuman sachet energen</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product

```

```

                Stock</Fun>
                <Ind>40.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 97</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>minuman sachet milo</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>40.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 97</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>minuman sachet good day
            freeze</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>40.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>

```

```

<Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 97</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>minuman sachet white coffee</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>40.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 168</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>46.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 168</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun mandi batang lux</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Price</Fun>

```

```

<Ind>403200</Ind>
<Expr>
  <Fun per="copy">Supplier
    Name</Fun>
    <Ind>supplier toko
      jaya</Ind>
  </Expr>
</Expr>
</Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 168</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun mandi batang lux</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Price</Fun>
          <Ind>403200</Ind>
        </Expr>
        <Fun per="copy">Supplier
          Name</Fun>
          <Ind>supplier toko
            jaya</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 202</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>

```

```

        <Ind>sabun mandi batang lux</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
            <Ind>147.0</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 203</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>78.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 203</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>100000</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Supplier
                Name</Fun>
                <Ind>gudang
                sembako</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>

```

```

                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 203</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>100000</Ind>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">Supplier
                    Name</Fun>
                    <Ind>gudang
                    sembako</Ind>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 203</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>100000</Ind>
                <Expr>

```

```

        <Fun per="copy">Supplier
        Name</Fun>
        <Ind>gudang
        sembako</Ind>
    </Expr>
</Expr>
</Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 203</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>100000</Ind>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">Supplier
                    Name</Fun>
                    <Ind>gudang
                    sembako</Ind>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 203</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>

```



```

        <Fun per="copy">Product
        Price</Fun>
        <Ind>100000</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Supplier
            Name</Fun>
            <Ind>gudang
            sembako</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
    </Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 392</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>60.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 392</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>100000</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>

```

```

                                <Expr>
                                    <Fun per="copy">Supplier
                                        Name</Fun>
                                        <Ind>gudang
                                            sembako</Ind>
                                </Expr>
                            </Expr>
                    </Expr>
                </Expr>
            <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
            <Ind> High Price </Ind>
            <Ind> Accept </Ind>
        </Atom>
    <Atom>
        <Rel> Wrong Decision </Rel>
        <Expr>
            <Fun per="copy">CaseId</Fun>
            <Ind>case 392</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product Name</Fun>
                <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">Product
                        Price</Fun>
                    <Ind>100000</Ind>
                    <Expr>
                        <Fun per="copy">Supplier
                            Name</Fun>
                        <Ind>gudang sembako</Ind>
                    </Expr>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Atom>
    <Atom>
        <Rel> Wrong Decision </Rel>
        <Expr>
            <Fun per="copy">CaseId</Fun>
            <Ind>case 392</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product Name</Fun>
                <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
                <Expr>

```

```

        <Fun per="copy">Product
        Price</Fun>
        <Ind>100000</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Supplier
            Name</Fun>
            <Ind>gudang
            sembako</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 392</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>100000</Ind>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">Supplier
                    Name</Fun>
                    <Ind>gudang
                    sembako</Ind>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 392</Ind>

```

```

    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Price</Fun>
          <Ind>100000</Ind>
          <Expr>
            <Fun per="copy">Supplier
              Name</Fun>
              <Ind>gudang
                sembako</Ind>
            </Expr>
          </Expr>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
  <Ind> High Price </Ind>
  <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 428</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>96.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 429</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun cuci piring mama lemon

```

```

lime</Ind>
  <Expr>
    <Fun per="copy">Product
      Stock</Fun>
    <Ind>45.0</Ind>
  </Expr>
</Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 432</Ind>
  <Expr>
    <Fun per="copy">Product Name</Fun>
    <Ind>rokok surya 12</Ind>
  <Expr>
    <Fun per="copy">Product
      Stock</Fun>
    <Ind>44.0</Ind>
  </Expr>
</Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 433</Ind>
  <Expr>
    <Fun per="copy">Product Name</Fun>
    <Ind>rokok marlboro</Ind>
  <Expr>
    <Fun per="copy">Product
      Stock</Fun>
    <Ind>44.0</Ind>
  </Expr>
</Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>

```

```

</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 434</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>handbody citra kecil</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>49.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 435</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>garnier foam</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>49.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 436</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>soffel</Ind>
      <Expr>

```

```

                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>32.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 436</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>soffel</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>57600</Ind>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">Supplier
                    Name</Fun>
                    <Ind>supplier toko
                    jaya</Ind>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 436</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>soffel</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>57600</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 436</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>soffel</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>57600</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>

```

```

                <Expr>
                    <Fun per="copy">Supplier
                    Name</Fun>
                    <Ind>supplier toko
                    jaya</Ind>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 437</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>snack jajan kecil pilus</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>50.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 438</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>snack jajan kecil kacang garuda
            rosta</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>50.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>

```



```

    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 439</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>snack jajan kecil gery salut</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>50.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 440</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>snack jajan kecil better</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>50.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 441</Ind>
    <Expr>

```

```

        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>snack jajan kecil siip</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
            <Ind>50.0</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 442</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>snack jajan kecil chocolatos</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>50.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 444</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>minuman sachet torabika
            cappucino</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>120.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>

```

```

    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 445</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>minuman sachet energen</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>110.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 446</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>minuman sachet milo</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>150.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 447</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>

```

```

        <Ind>minuman sachet good day
        freeze</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
            <Ind>70.0</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 448</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>minuman sachet white coffee</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>150.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 449</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>mie instan indomie kuah</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>48.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>

```

```

    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 450</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun mandi batang nuvo</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>39.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 519</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun mandi batang lux</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>193.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 520</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>pasta gigi kodomo anak</Ind>

```

```

        <Expr>
            <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
            <Ind>41.0</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 521</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>98.0</Ind>
    </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 522</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>sabun cuci piring sunlight</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>51.0</Ind>
    </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>

```

```

<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 523</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>kispray</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>51.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 524</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>bedak marcks</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>51.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 525</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>parfum pucelle</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product

```

```

                Stock</Fun>
                <Ind>51.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 525</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>parfum pucelle</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>186000</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Supplier
                Name</Fun>
                <Ind>gudang
                sembako</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 526</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>pasta gigi close up</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>51.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>

```



```

        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 527</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>beras lopo ijo</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>36.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 528</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>120000</Ind>
            </Expr>
            <Fun per="copy">Supplier Name</Fun>
            <Ind>supplier toko
            jaya</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
    </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>

```

```

</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 528</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Price</Fun>
          <Ind>120000</Ind>
          <Expr>
            <Fun per="copy">Supplier
              Name</Fun>
              <Ind>supplier toko jaya</Ind>
            </Expr>
          </Expr>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
  <Ind> High Price </Ind>
  <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 528</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Price</Fun>
          <Ind>120000</Ind>
          <Expr>
            <Fun per="copy">Supplier
              Name</Fun>
              <Ind>supplier toko
                jaya</Ind>
            </Expr>
          </Expr>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
</Atom>

```

```

    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 530</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan sarimie isi 2
      kuah</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>34.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 531</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan sarimie isi 2
      goreng</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>34.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>

```

```

<Ind>case 532</Ind>
<Expr>
  <Fun per="copy">Product Name</Fun>
  <Ind>mie instan pop mie goreng</Ind>
  <Expr>
    <Fun per="copy">Product
      Stock</Fun>
    <Ind>34.0</Ind>
  </Expr>
</Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 533</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan pop mie kuah</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
        <Ind>34.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 534</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>beras manna</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
        <Ind>55.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
</Expr>

```

```

    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 535</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>minuman kardus sipplah</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>45.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 536</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>minuman kardus club</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>45.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 537</Ind>
    <Expr>

```

```

        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>minuman kardus teh gelas</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
            <Ind>45.0</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 603</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>beras lopo ijo</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>43.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 604</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>pasta gigi kodomo anak</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>48.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>

```

```

    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 605</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan indomie goreng</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>104.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 606</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun cuci piring sunlight</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>60.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 607</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>kispray</Ind>
    </Expr>
  </Expr>

```

```

        <Expr>
            <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
            <Ind>72.0</Ind>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 608</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>parfum pucelle</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>60.0</Ind>
    </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
<Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 608</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>parfum pucelle</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Price</Fun>
        <Ind>186000</Ind>
    <Expr>
        <Fun per="copy">Supplier
        Name</Fun>
        <Ind>gudang sembako</Ind>
    </Expr>
</Expr>

```



```

        </Expr>
      </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
  </Atom>
  <Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
      <Fun per="copy">CaseId</Fun>
      <Ind>case 609</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>pasta gigi close up</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
          <Ind>60.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
  </Atom>
  <Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
      <Fun per="copy">CaseId</Fun>
      <Ind>case 617</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
          <Ind>34.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
  </Atom>
  <Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
      <Fun per="copy">CaseId</Fun>

```

```

    <Ind>case 669</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun cuci piring mama lemon
      lime</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>82.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 670</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sabun cuci piring sunlight</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>70.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 671</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>parfum pucelle</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Stock</Fun>
        <Ind>70.0</Ind>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>

```

```

        </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 672</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>pasta gigi close up</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Stock</Fun>
                <Ind>70.0</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 672</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>pasta gigi close up</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                <Ind>110400</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Supplier
                Name</Fun>
                <Ind>supplier toko
                jaya</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>

```

```

    <Ind> Accept </Ind>
  </Atom>
  <Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
      <Fun per="copy">CaseId</Fun>
      <Ind>case 672</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>pasta gigi close up</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Product
            Price</Fun>
          <Ind>110400</Ind>
          <Expr>
            <Fun per="copy">Supplier
              Name</Fun>
            <Ind>supplier toko
              jaya</Ind>
          </Expr>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
    <Ind> High Price </Ind>
    <Ind> Accept </Ind>
  </Atom>
  <Atom>
    <Rel> Illegal Pattern </Rel>
    <Expr>
      <Fun per="copy">CaseId</Fun>
      <Ind>case 673</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
        <Ind>beras lopo ijo</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Product
            Stock</Fun>
          <Ind>52.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
  </Atom>
  <Atom>

```

```

<Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 674</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>34.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 674</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Price</Fun>
          <Ind>120000</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Supplier
            Name</Fun>
            <Ind>supplier toko
              jaya</Ind>
          </Expr>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
  <Ind> High Price </Ind>
  <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>

```

```

<Ind>case 674</Ind>
<Expr>
  <Fun per="copy">Product Name</Fun>
  <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
  <Expr>
    <Fun per="copy">Product
    Price</Fun>
    <Ind>120000</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Supplier
      Name</Fun>
      <Ind>supplier toko
      jaya</Ind>
    </Expr>
  </Expr>
</Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 674</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
        Price</Fun>
        <Ind>120000</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Supplier
          Name</Fun>
          <Ind>supplier toko
          jaya</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>

```

```

<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 675</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>soffel</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>49.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 677</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>beras manna</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>64.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 678</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan sarimie isi 2
        kuah</Ind>
      <Expr>

```

```

                                <Fun per="copy">Product
                                Stock</Fun>
                                <Ind>68.0</Ind>
                                </Expr>
                            </Expr>
                        </Expr>
                    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
                    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
                </Atom>
            <Atom>
                <Rel> Illegal Pattern </Rel>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
                    <Ind>case 679</Ind>
                    <Expr>
                        <Fun per="copy">Product Name</Fun>
                        <Ind>mie instan sarimie isi 2
                        goreng</Ind>
                        <Expr>
                            <Fun per="copy">Product
                            Stock</Fun>
                            <Ind>68.0</Ind>
                            </Expr>
                        </Expr>
                    </Expr>
                </Expr>
            <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
            <Ind> Make List of Supplier </Ind>
        </Atom>
    <Atom>
        <Rel> Illegal Pattern </Rel>
        <Expr>
            <Fun per="copy">CaseId</Fun>
            <Ind>case 680</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product Name</Fun>
                <Ind>mie instan pop mie goreng</Ind>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">Product
                    Stock</Fun>
                    <Ind>68.0</Ind>
                    </Expr>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
    <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>

```



```

<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 681</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>mie instan pop mie kuah</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>68.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Illegal Pattern </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 682</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product
          Stock</Fun>
          <Ind>46.0</Ind>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  </Expr>
  <Ind> Classify item stock as high stock </Ind>
  <Ind> Make List of Supplier </Ind>
</Atom>
<Atom>
  <Rel> Wrong Decision </Rel>
  <Expr>
    <Fun per="copy">CaseId</Fun>
    <Ind>case 682</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product Name</Fun>
      <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
      <Expr>
        <Fun per="copy">Product

```

```

        Price</Fun>
        <Ind>120000</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Supplier
            Name</Fun>
                <Ind>supplier toko
                jaya</Ind>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 682</Ind>
        <Expr>
            <Fun per="copy">Product Name</Fun>
            <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
            <Expr>
                <Fun per="copy">Product
                Price</Fun>
                    <Ind>120000</Ind>
                <Expr>
                    <Fun per="copy">Supplier
                    Name</Fun>
                        <Ind>supplier toko
                        jaya</Ind>
                    </Expr>
                </Expr>
            </Expr>
        </Expr>
    </Expr>
</Expr>
<Ind> Check item price and expedition price </Ind>
<Ind> High Price </Ind>
<Ind> Accept </Ind>
</Atom>
<Atom>
    <Rel> Wrong Decision </Rel>
    <Expr>
        <Fun per="copy">CaseId</Fun>
        <Ind>case 682</Ind>
        <Expr>

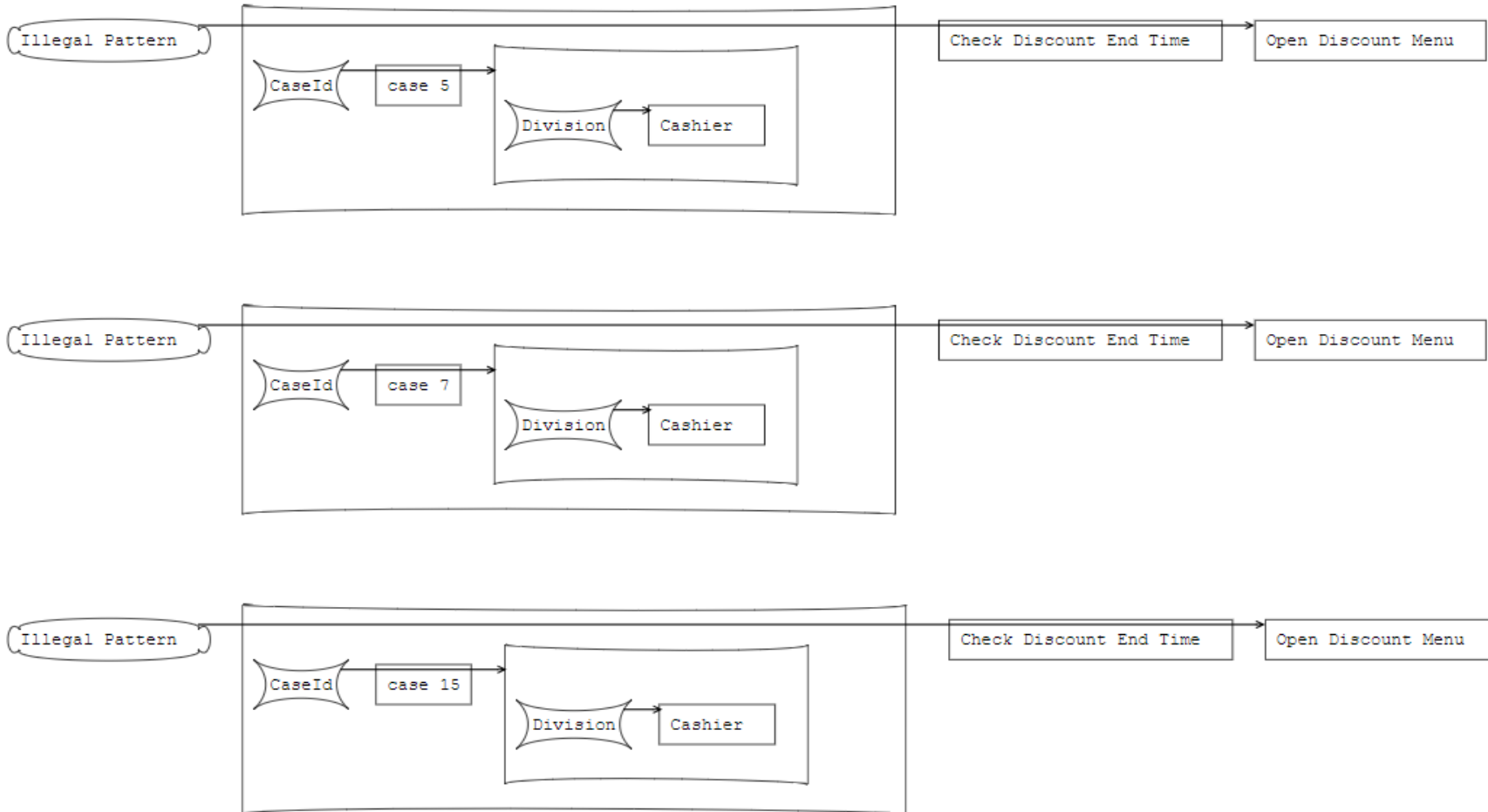
```

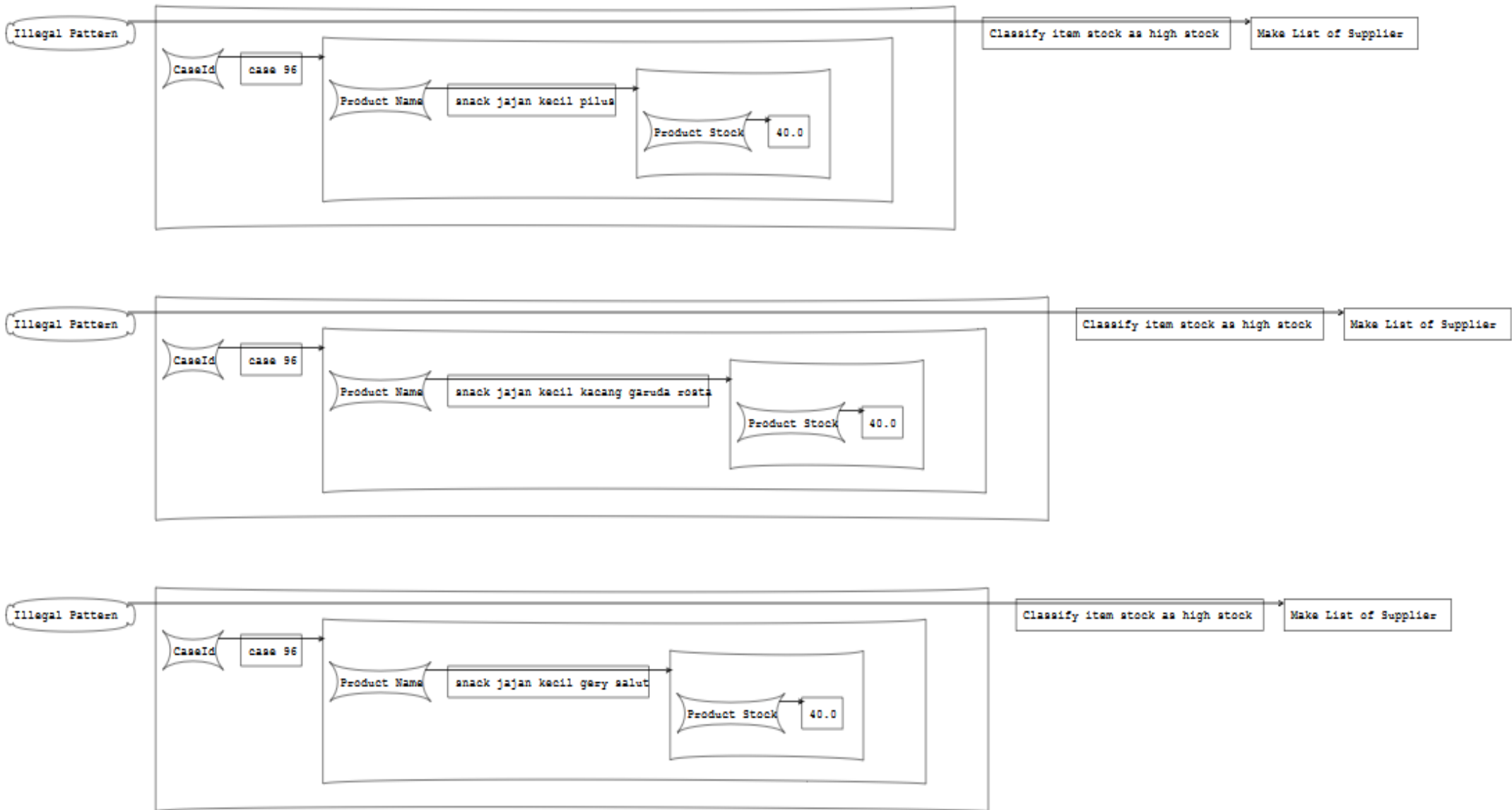
```

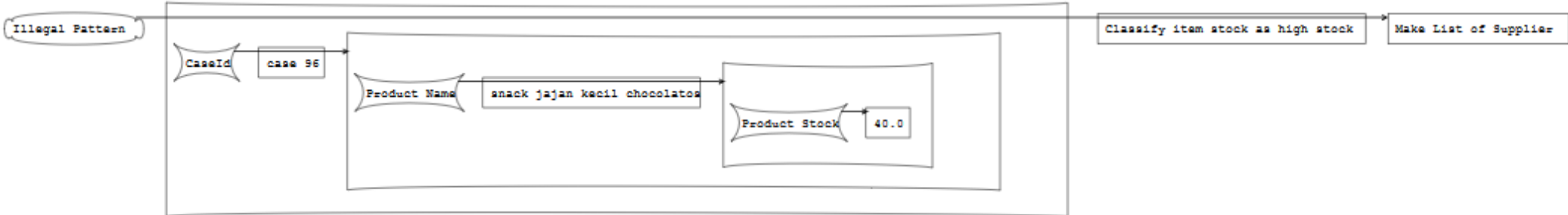
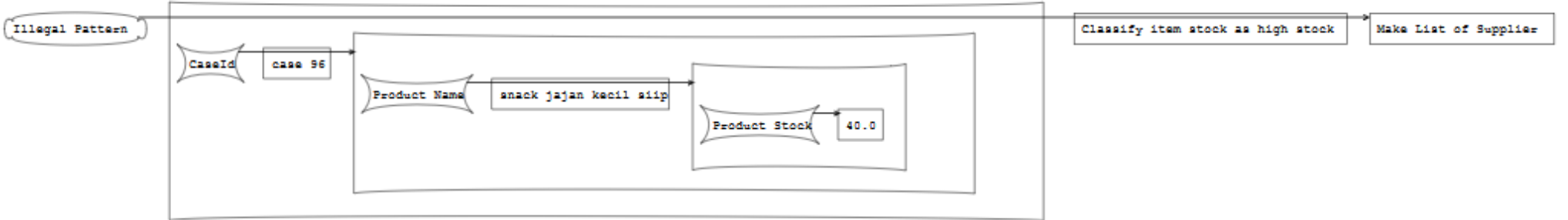
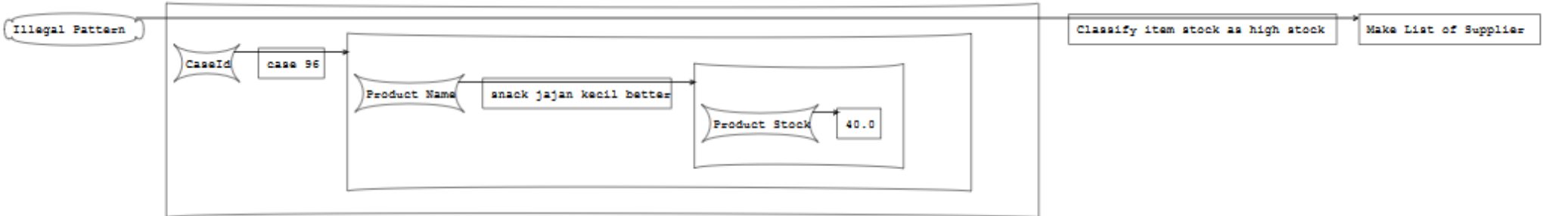
    <Fun per="copy">Product Name</Fun>
    <Ind>sandal jepit swallow</Ind>
    <Expr>
      <Fun per="copy">Product
        Price</Fun>
        <Ind>120000</Ind>
        <Expr>
          <Fun per="copy">Supplier
            Name</Fun>
            <Ind>supplier toko
              jaya</Ind>
          </Expr>
        </Expr>
      </Expr>
    </Expr>
  <Ind> Check item price and expedition price </Ind>
  <Ind> High Price </Ind>
  <Ind> Accept </Ind>
</Atom>
</Assert>
</RuleML>

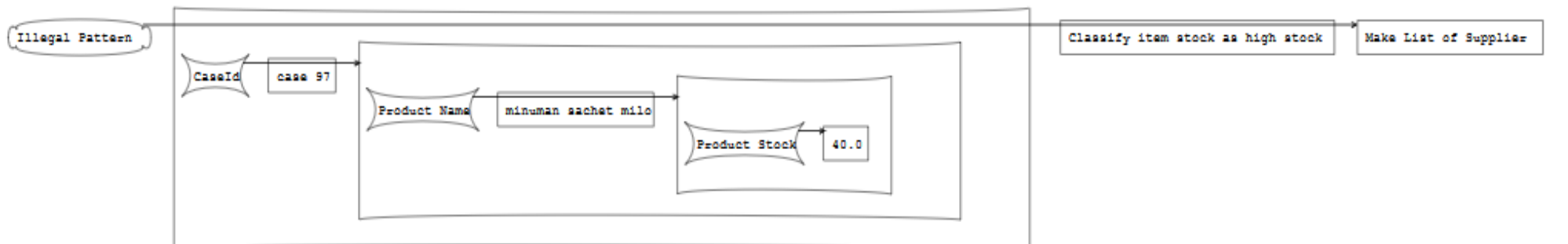
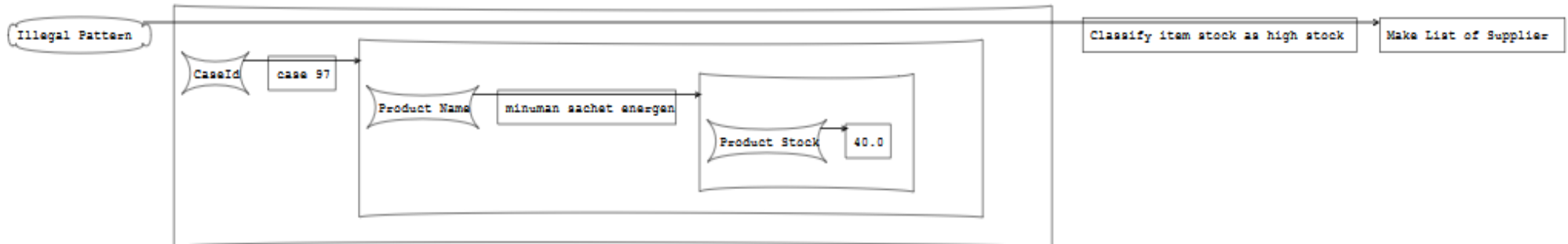
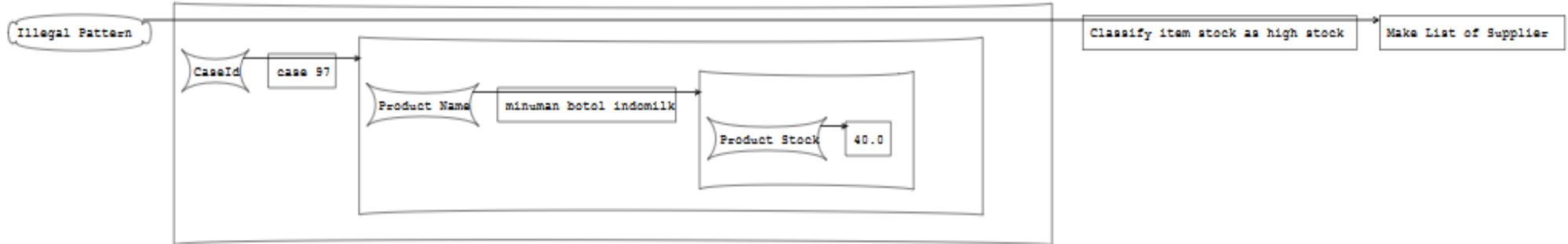
```

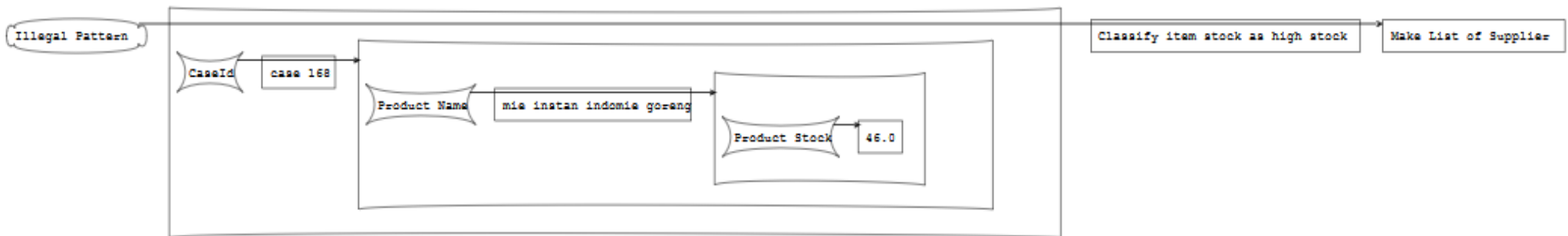
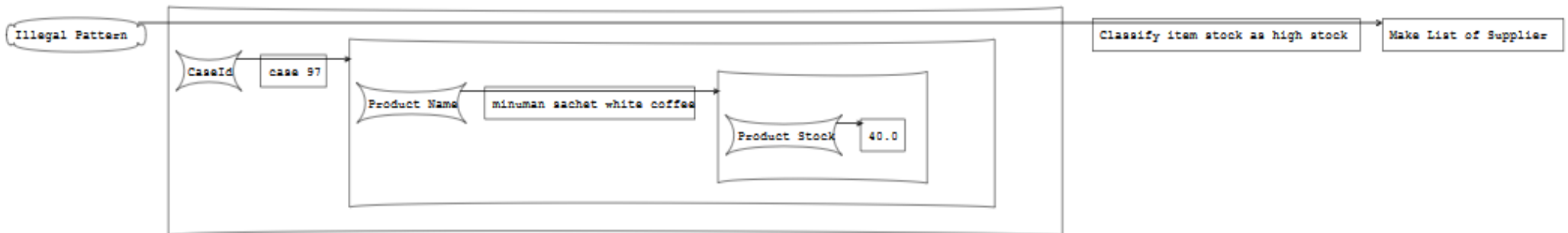
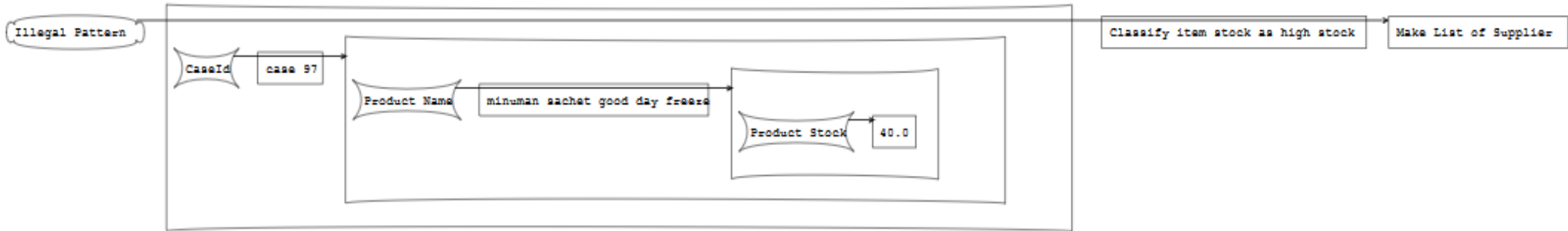
#### D. Visualisasi Anomali menggunakan Grailog



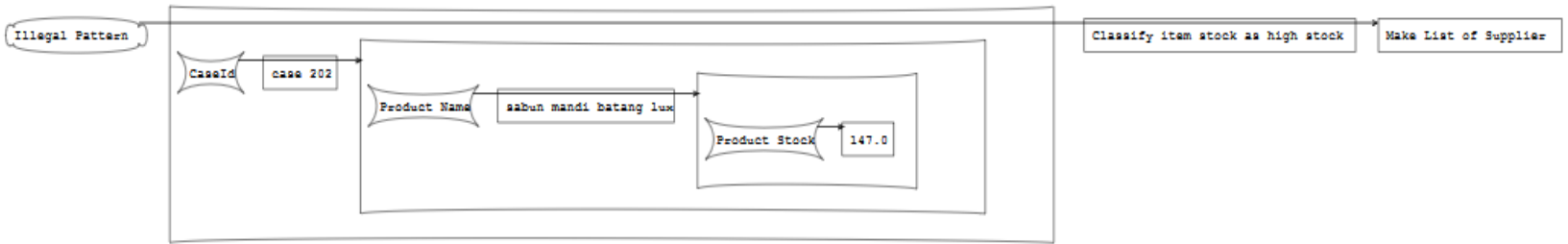
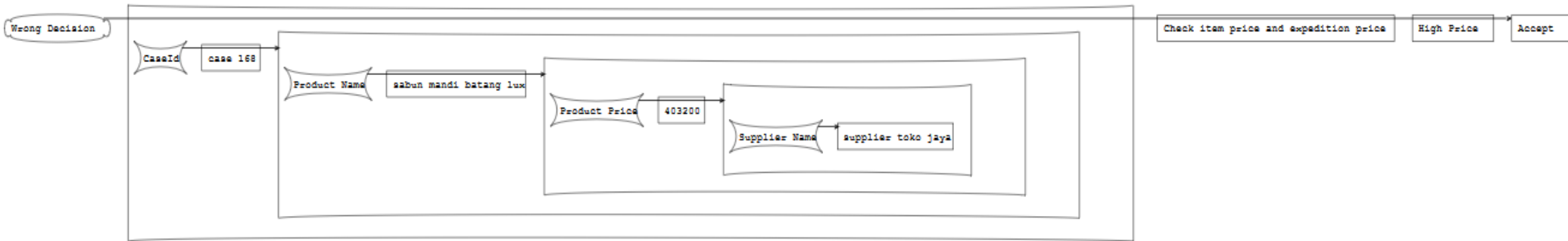
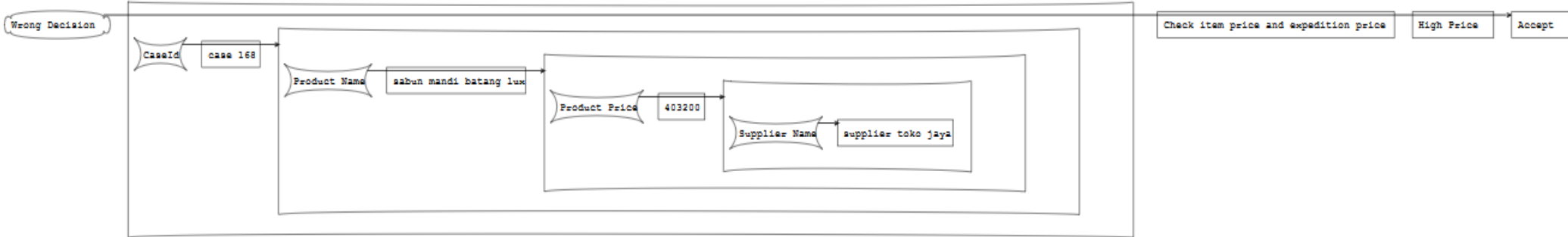


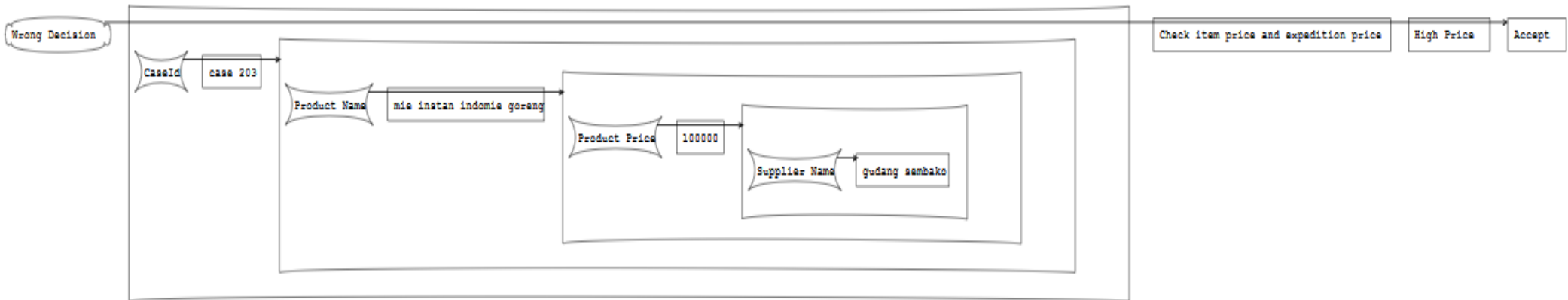
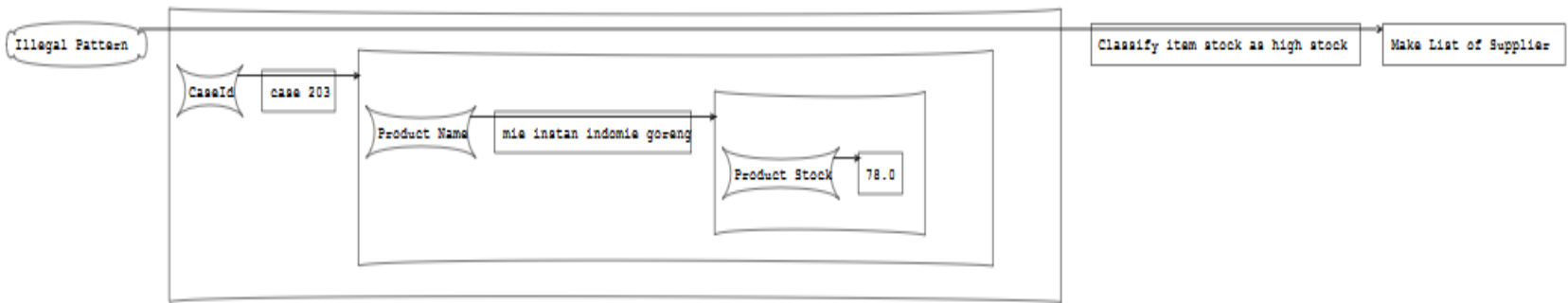




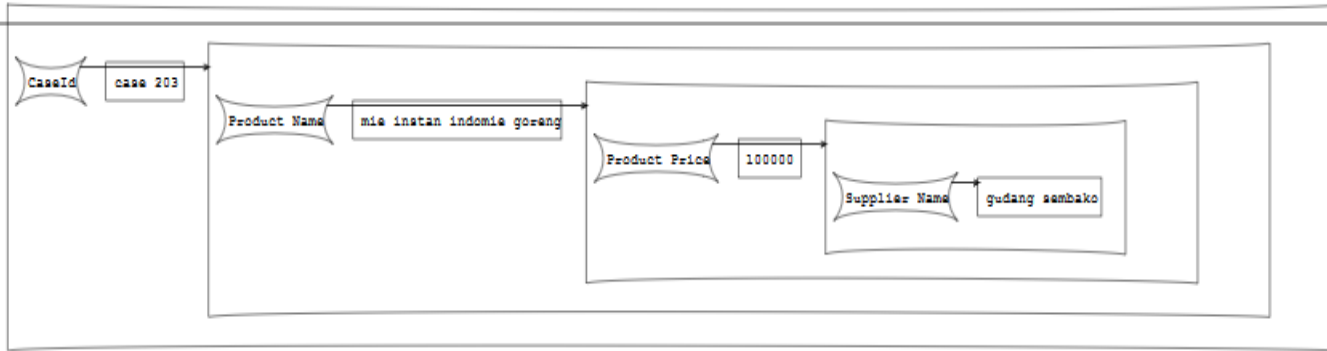






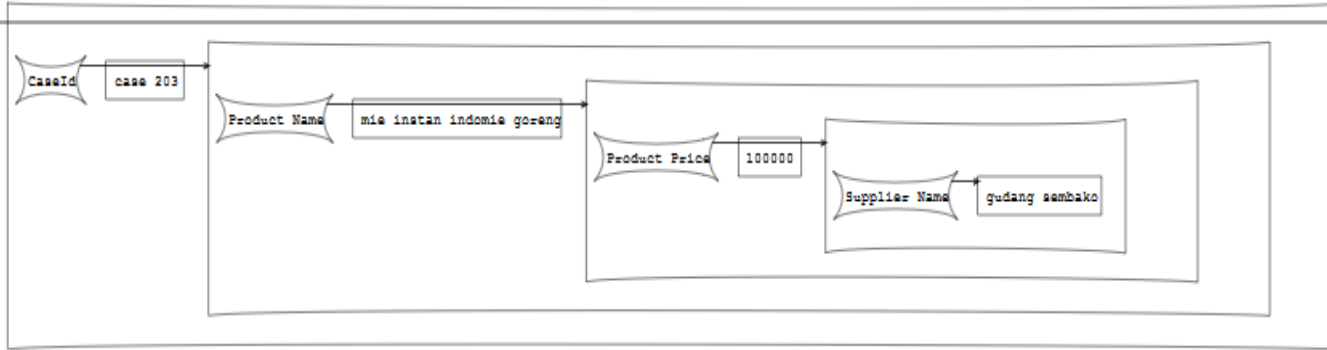


Wrong Decision

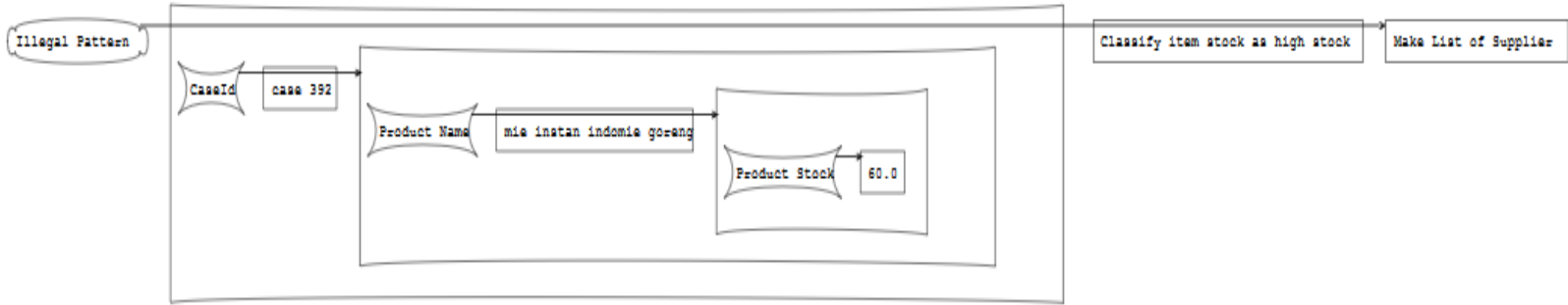
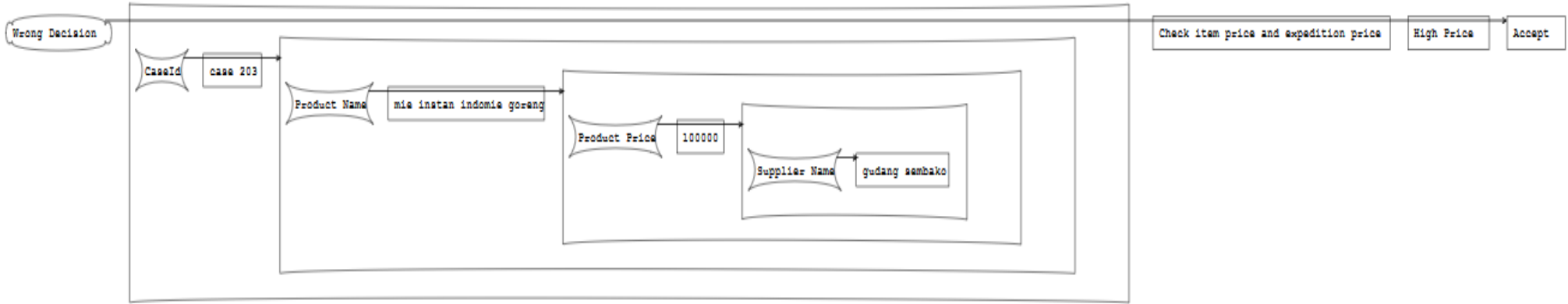


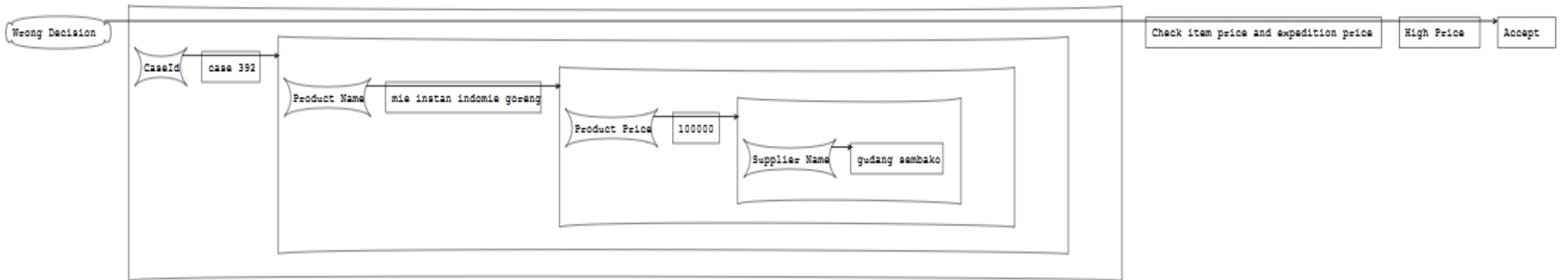
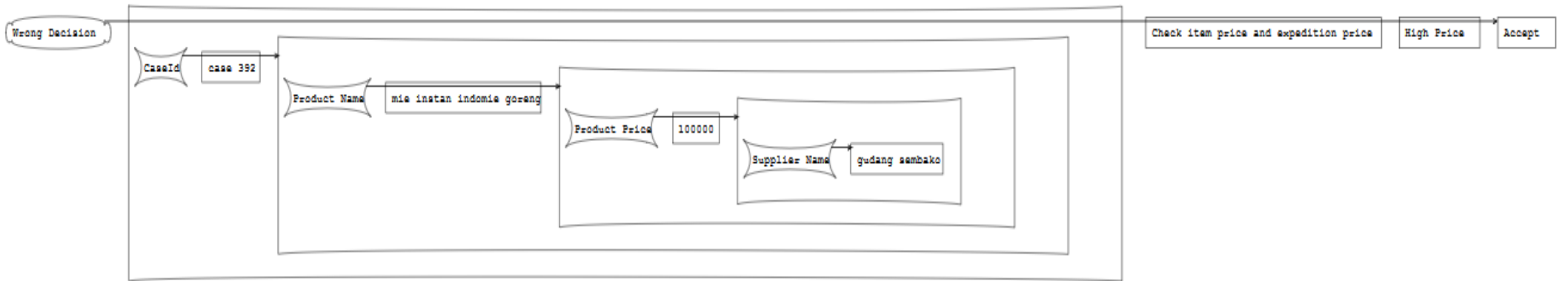
Check item price and expedition price    High Price    Accept

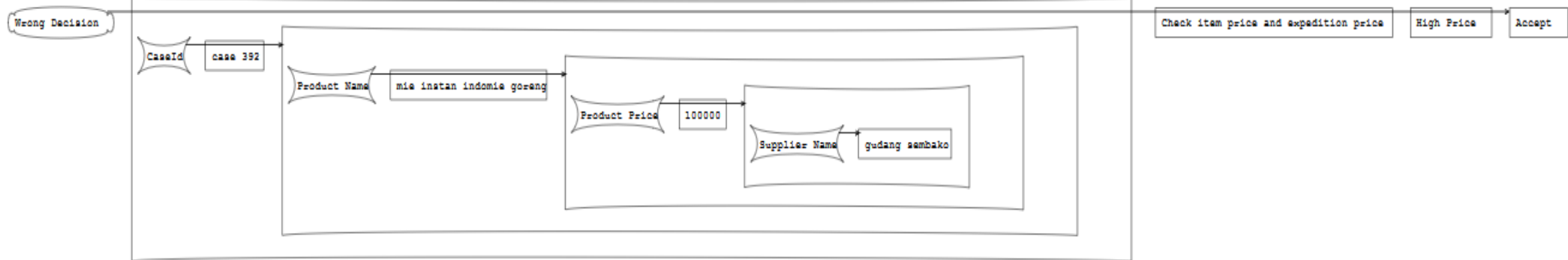
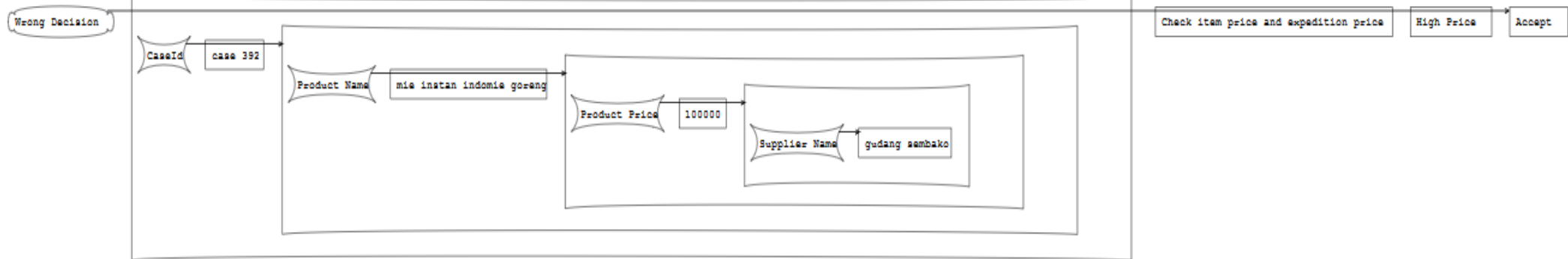
Wrong Decision

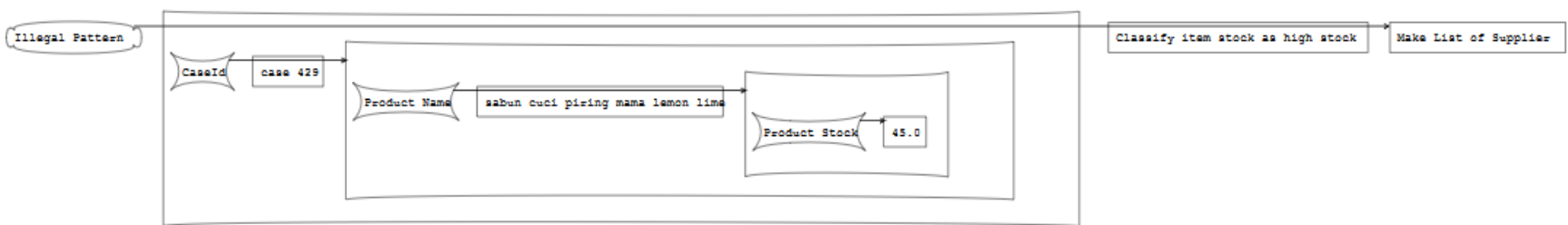
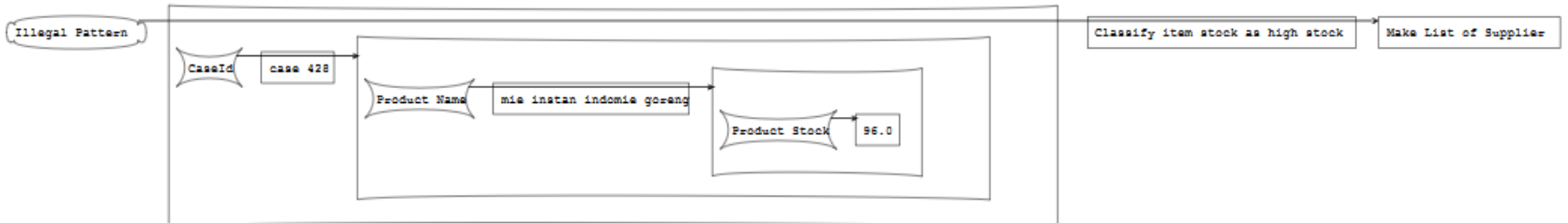
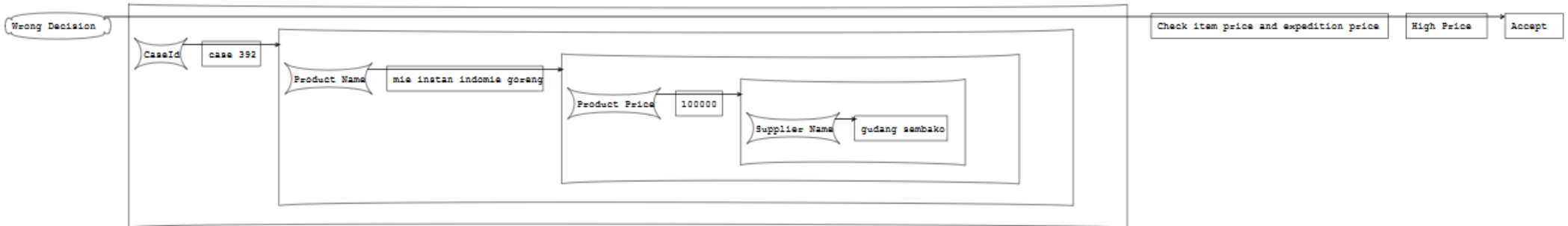


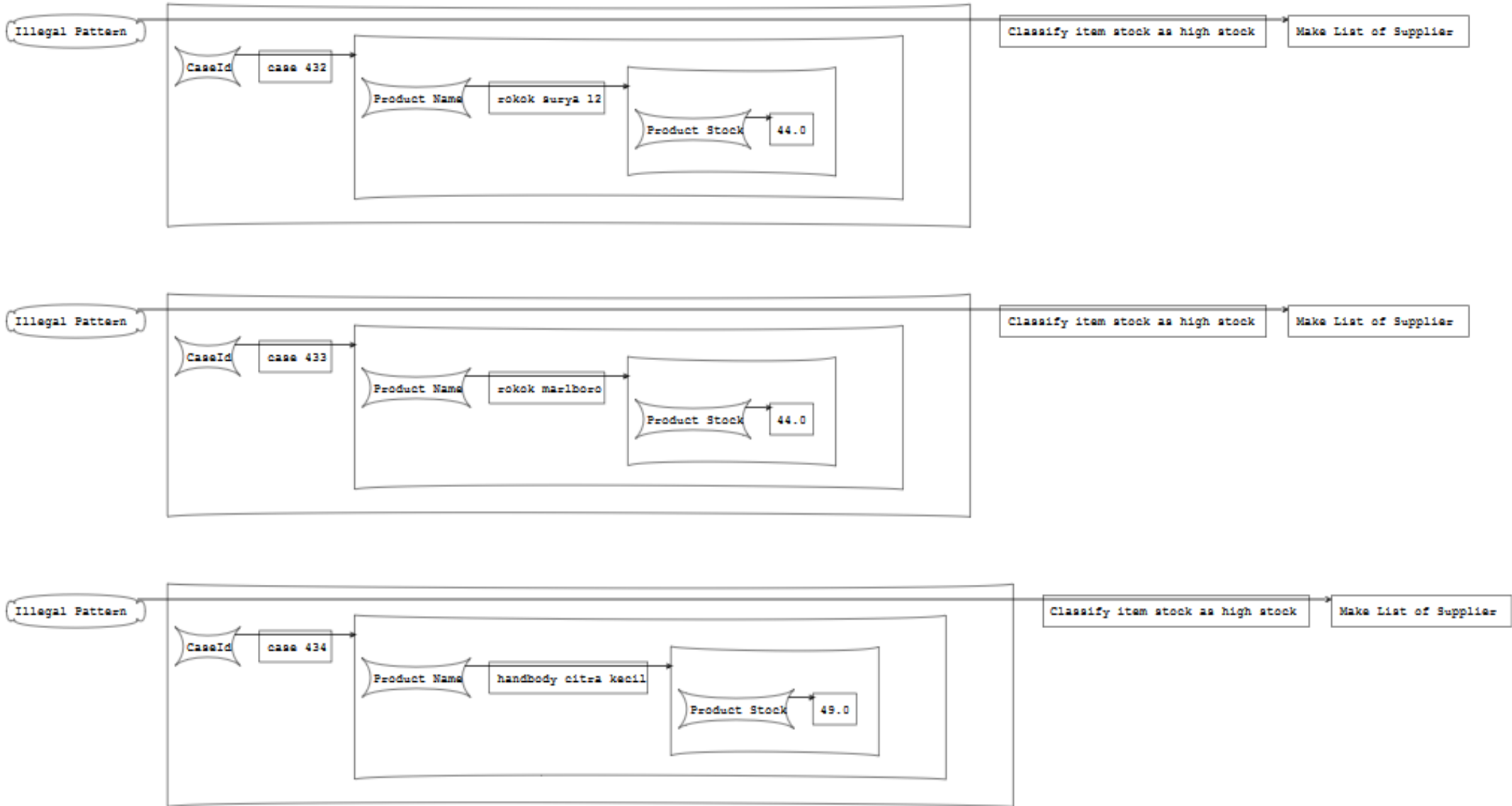
Check item price and expedition price    High Price    Accept



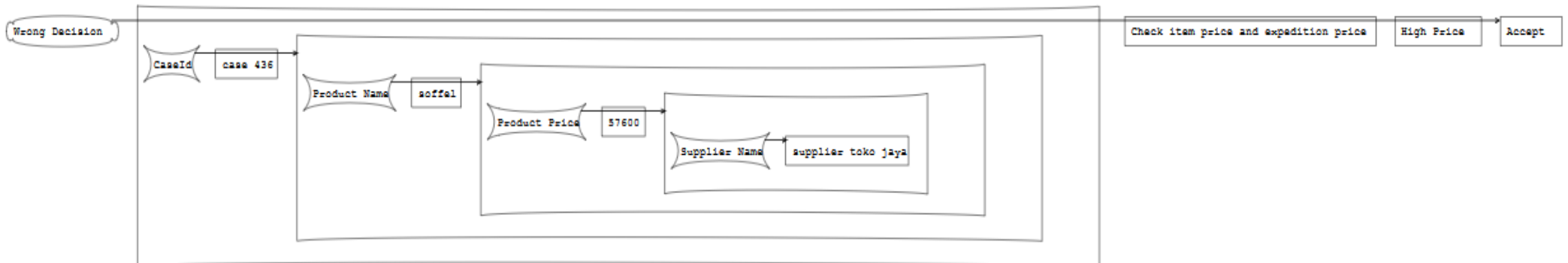
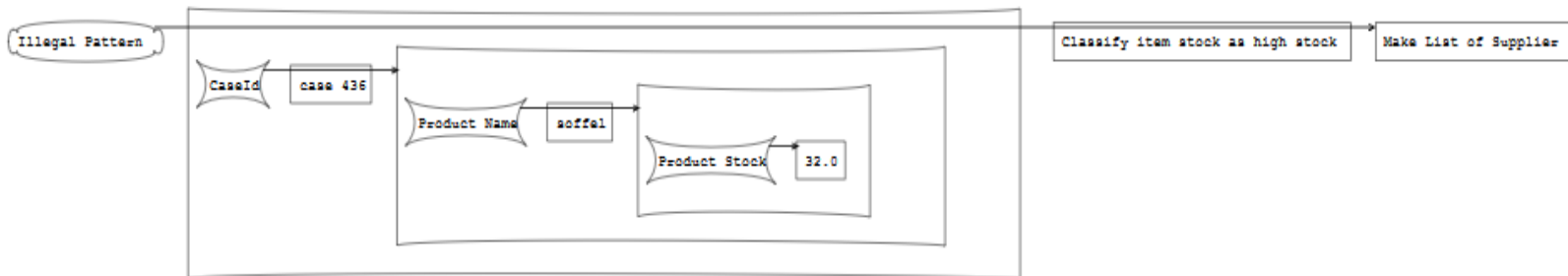
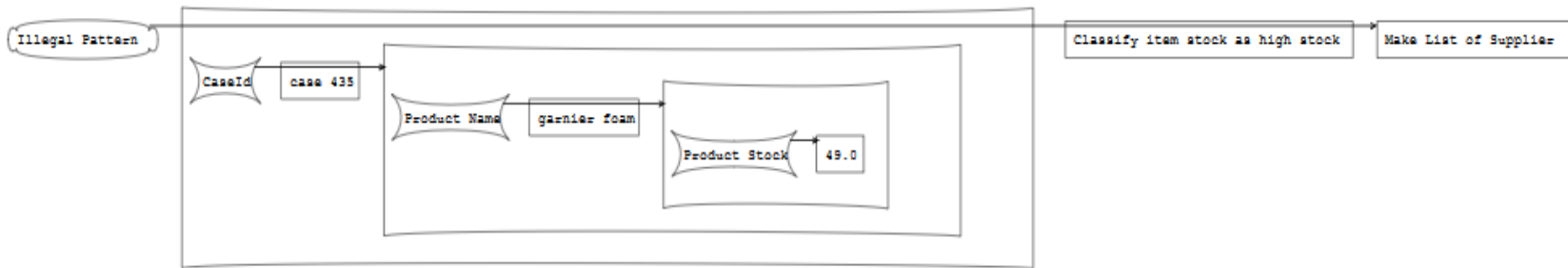


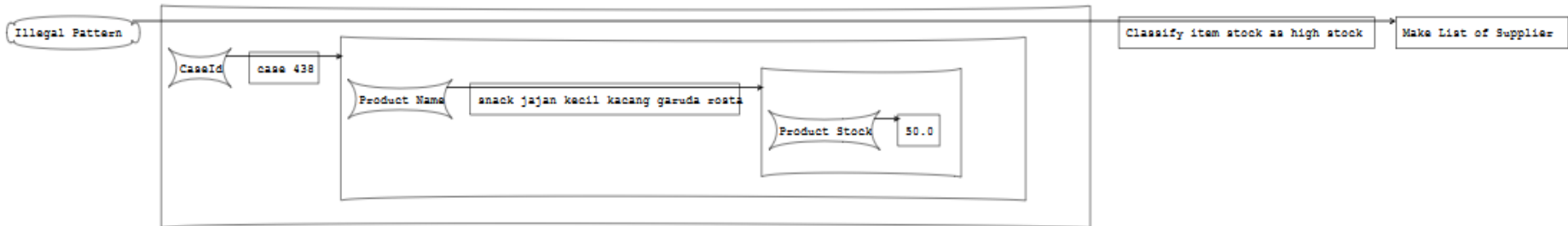
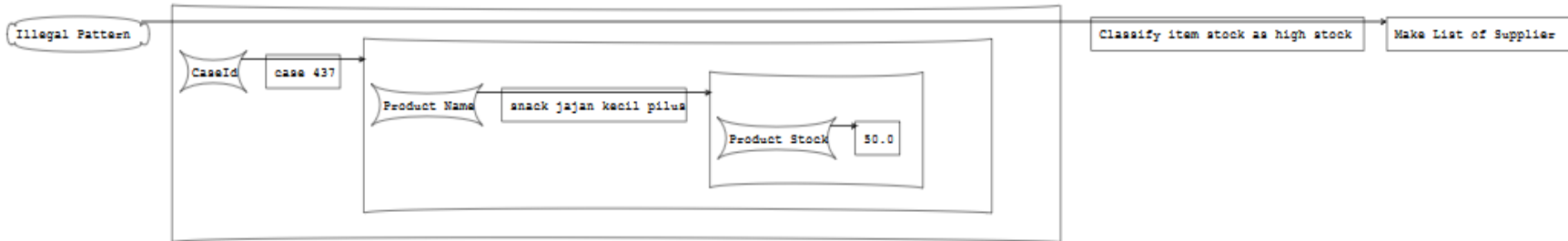
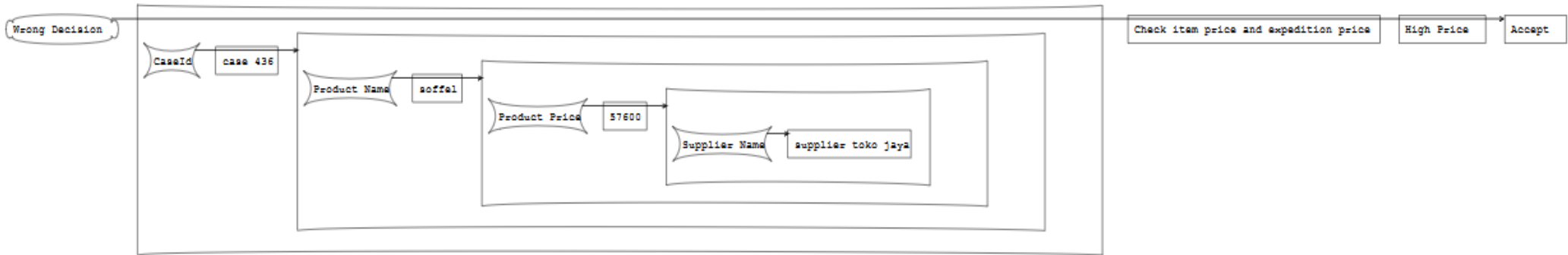


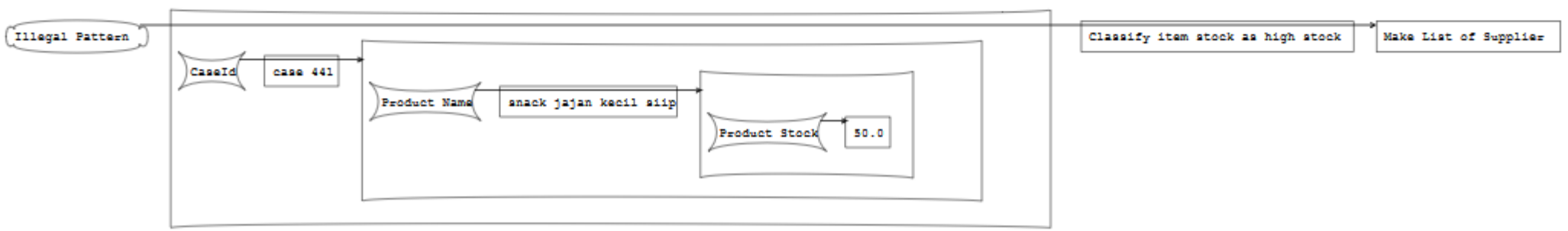
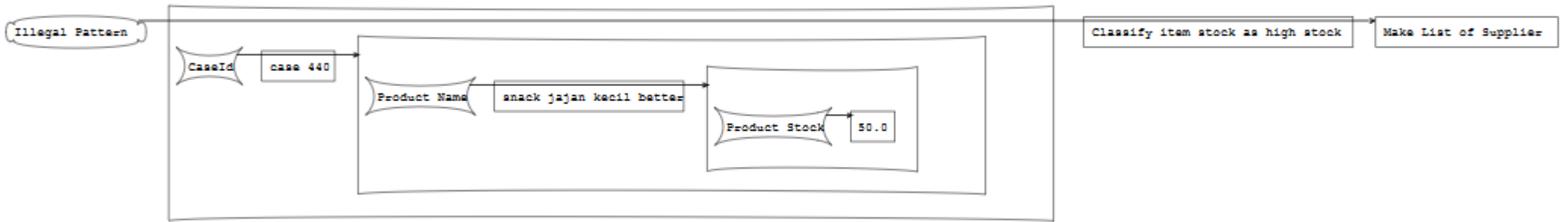
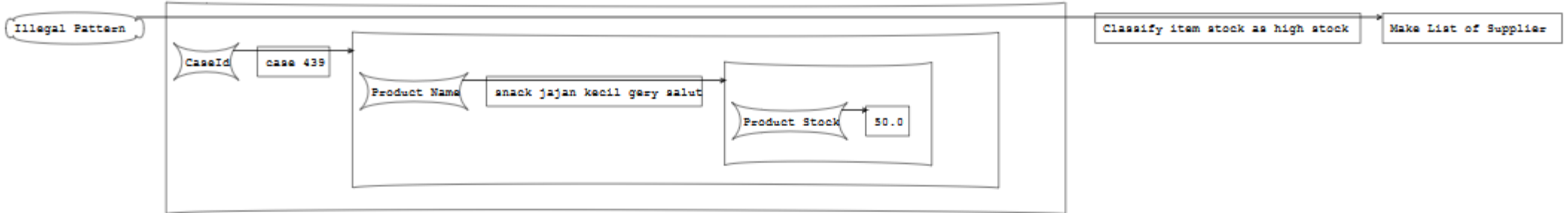


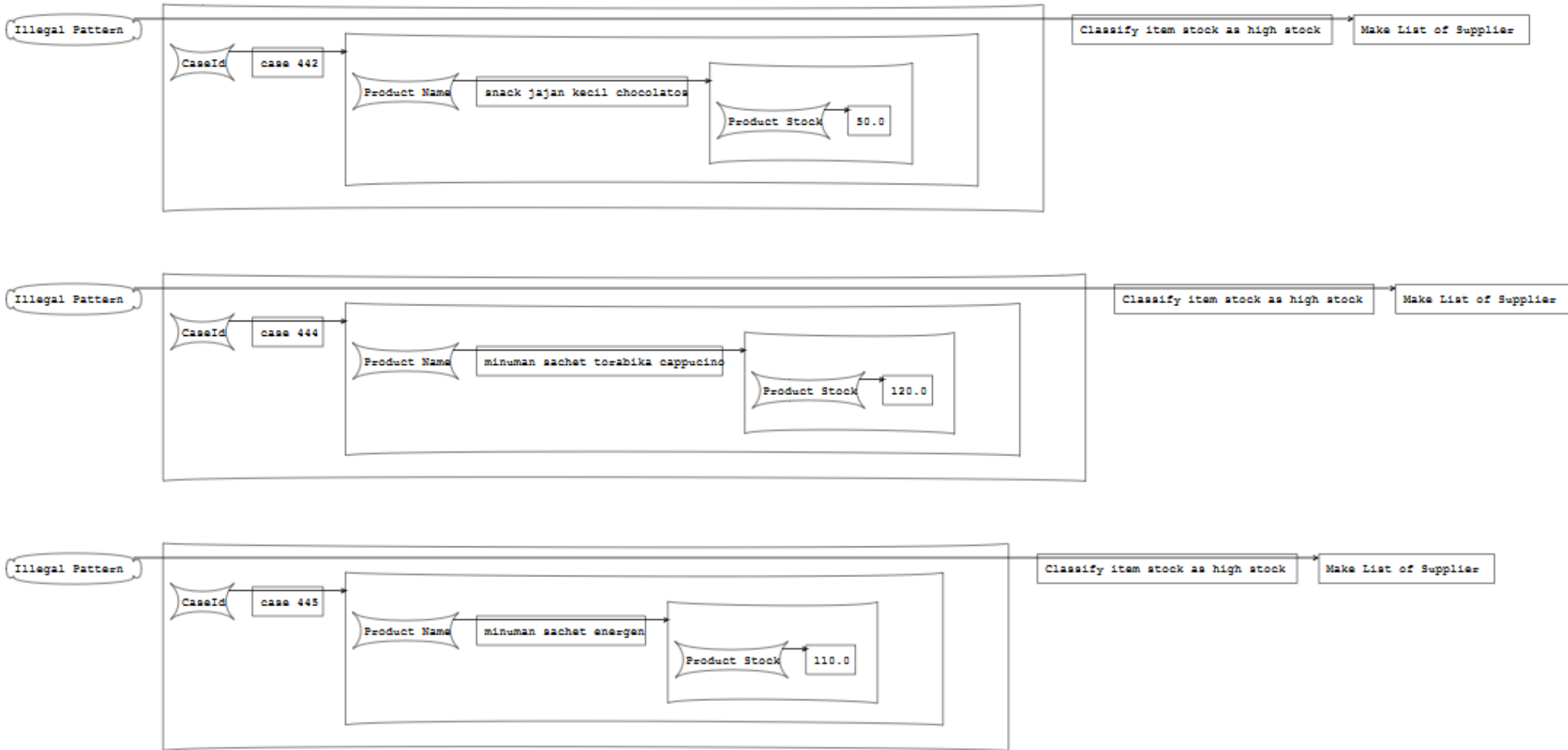


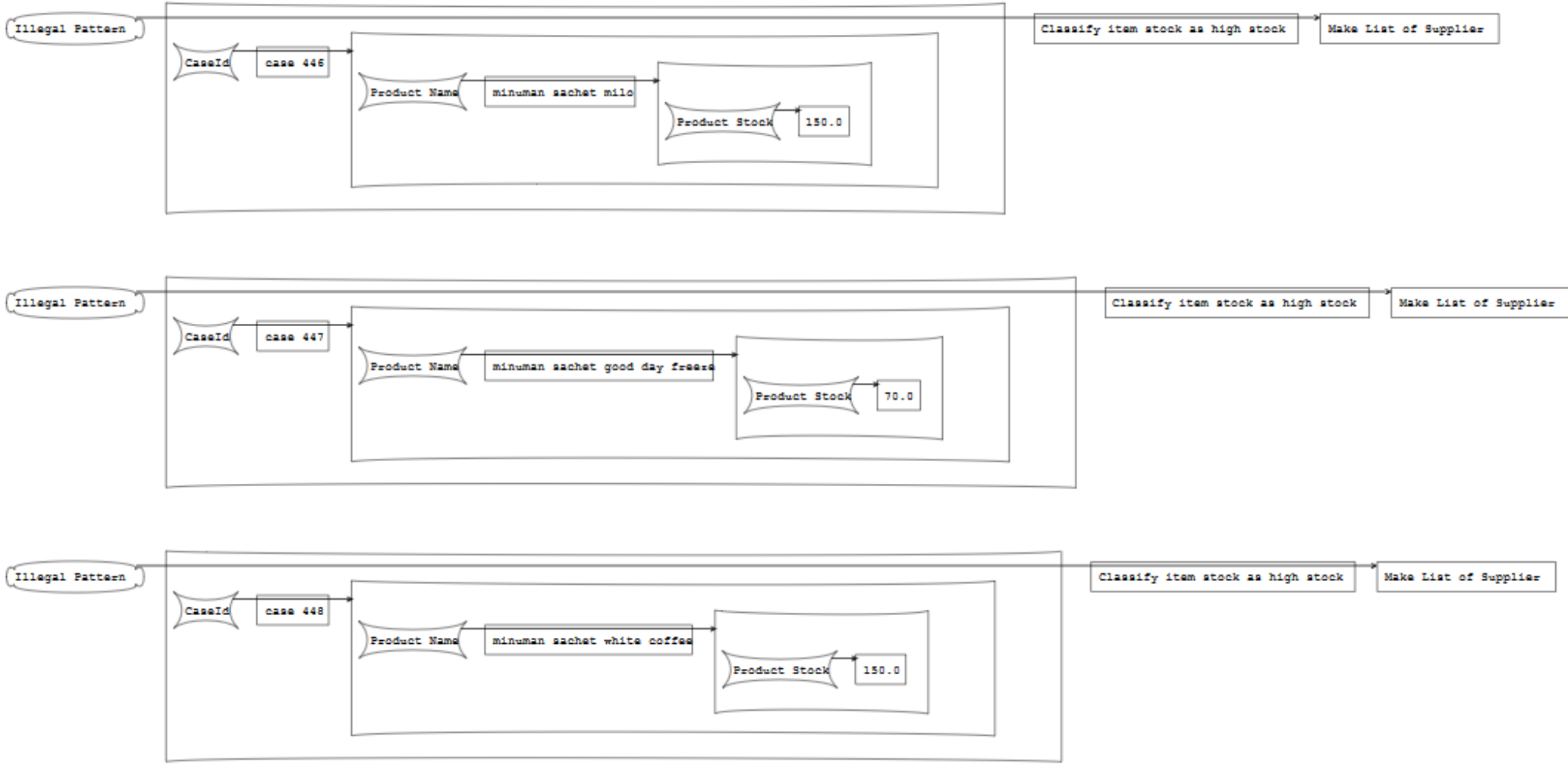


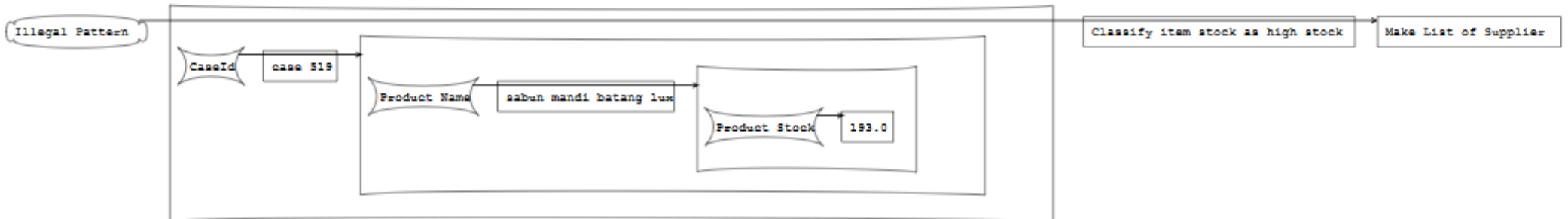
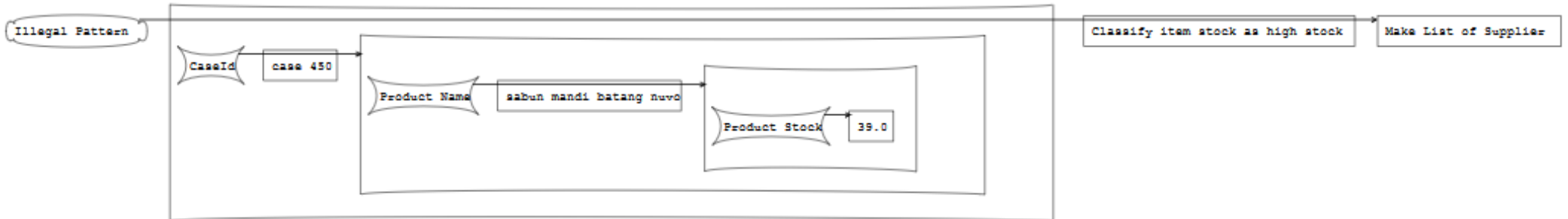
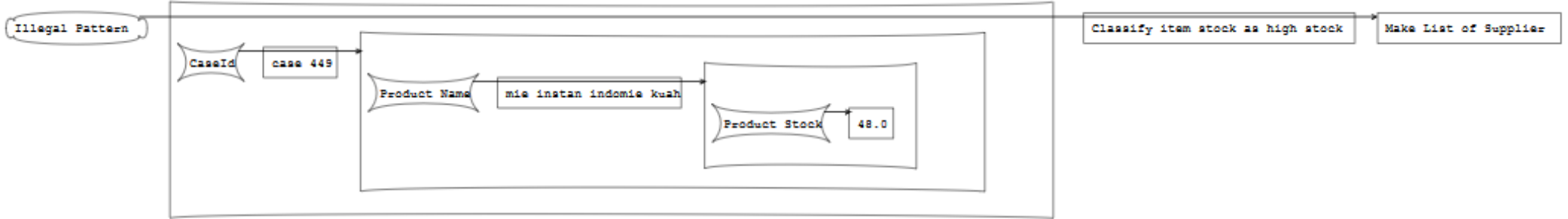


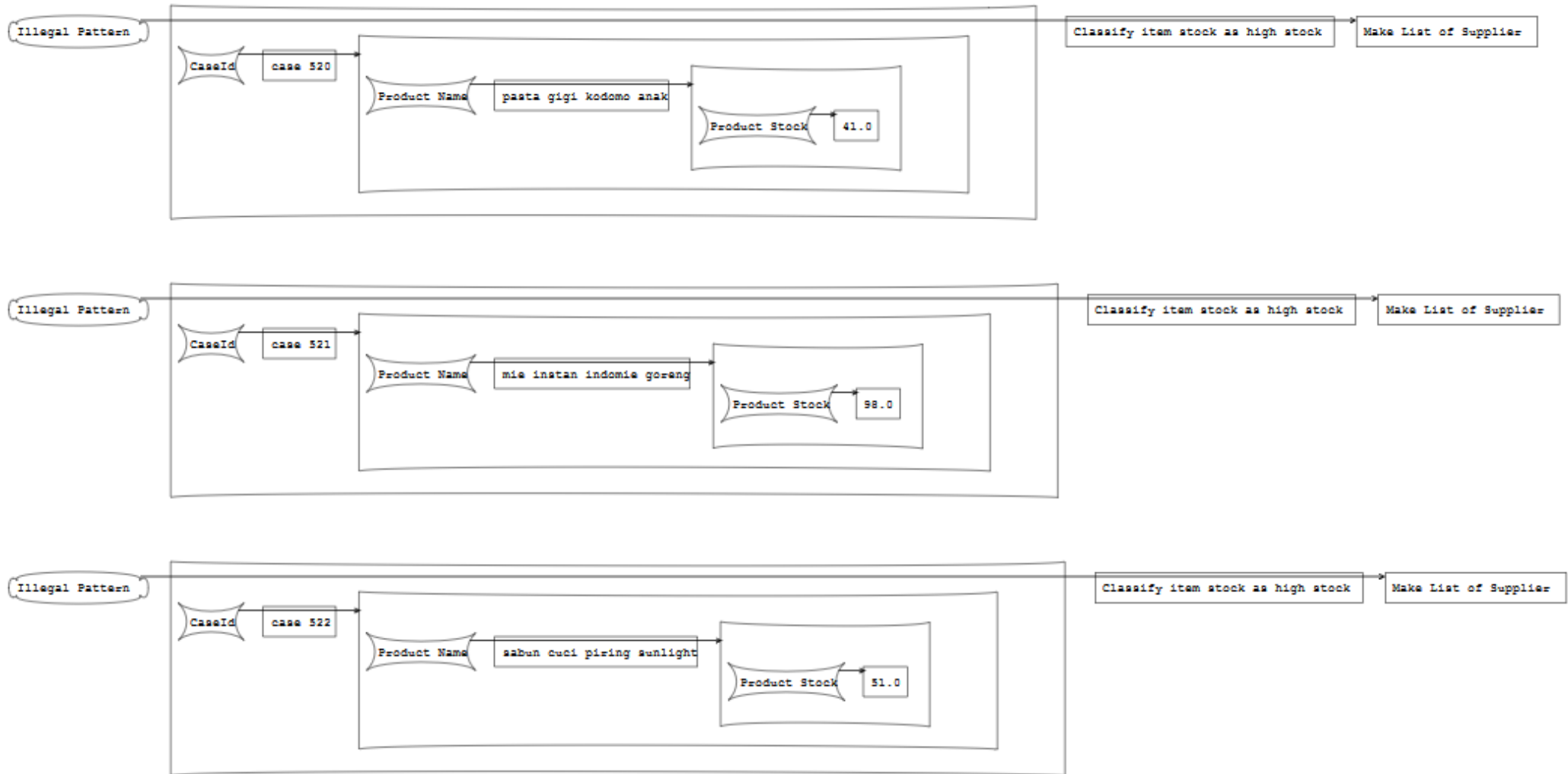


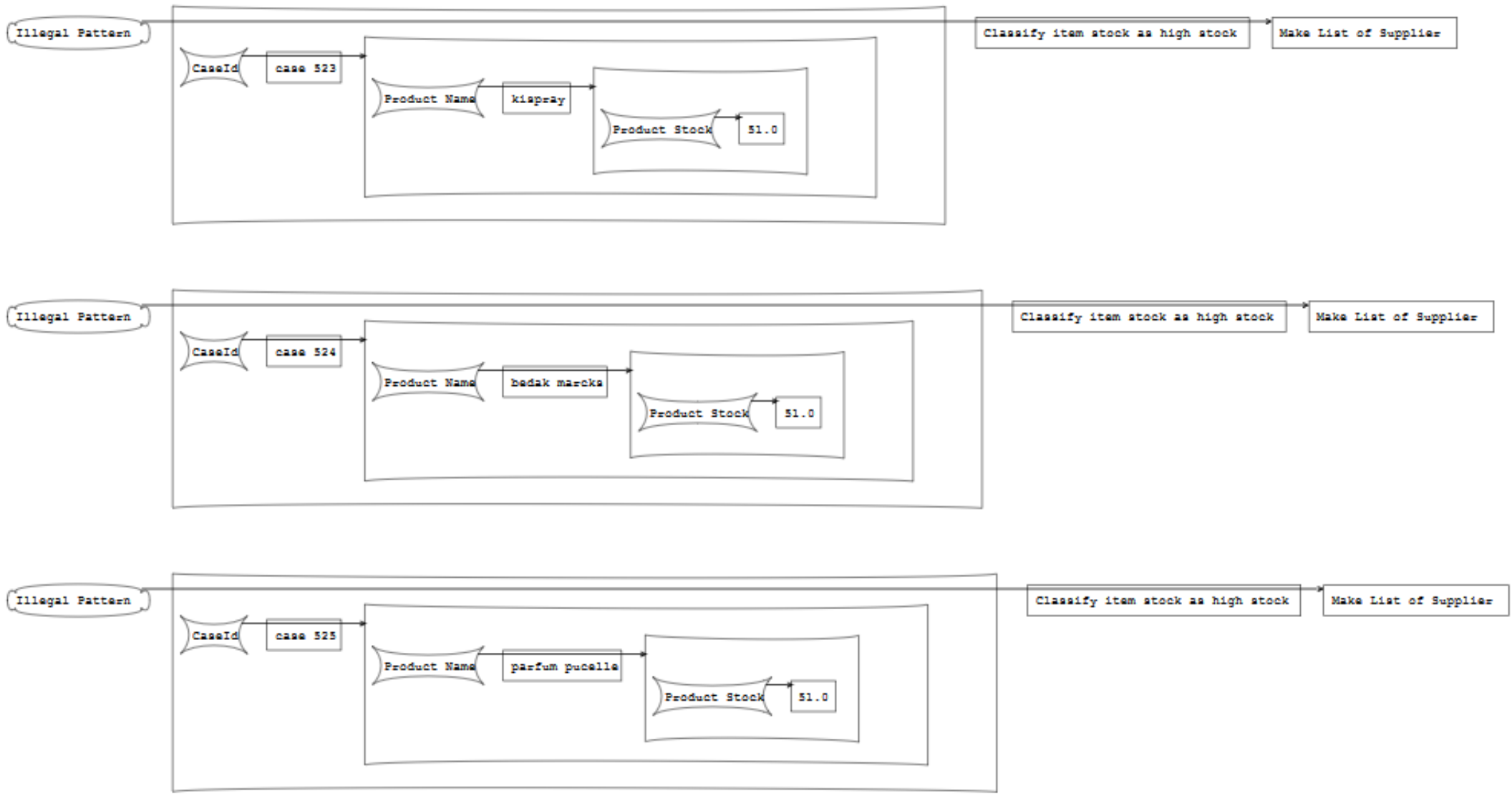




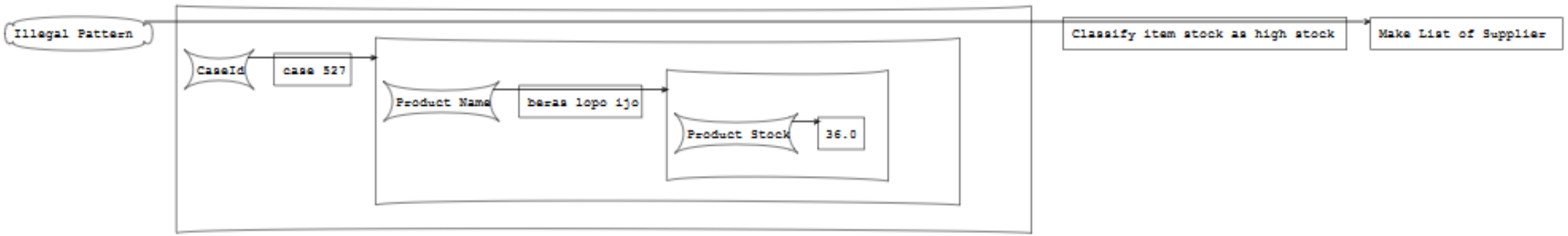
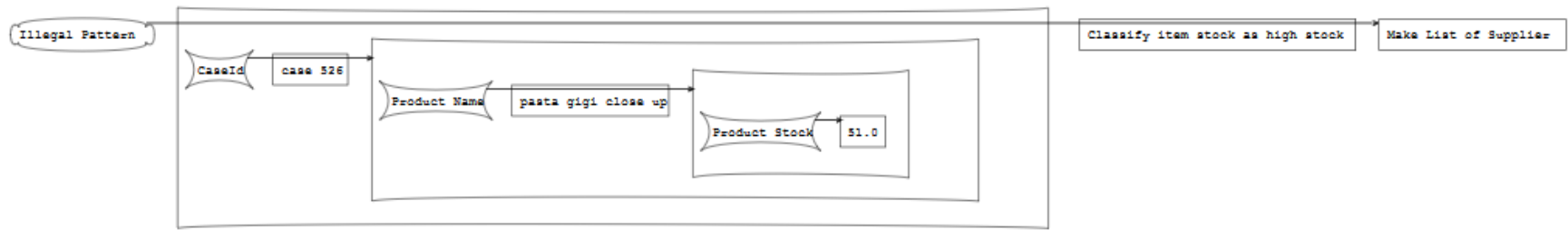
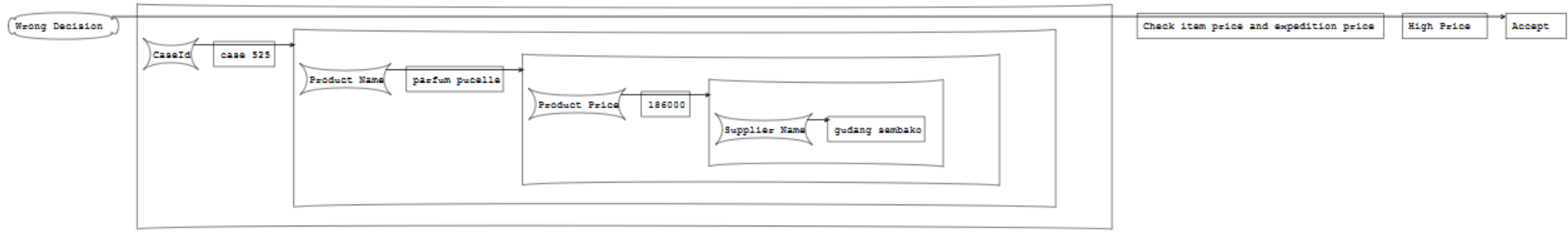




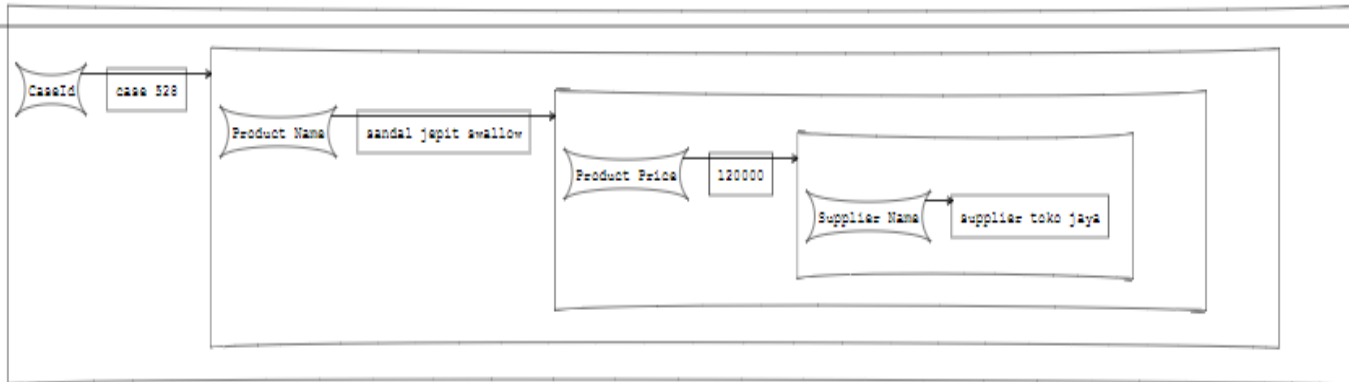






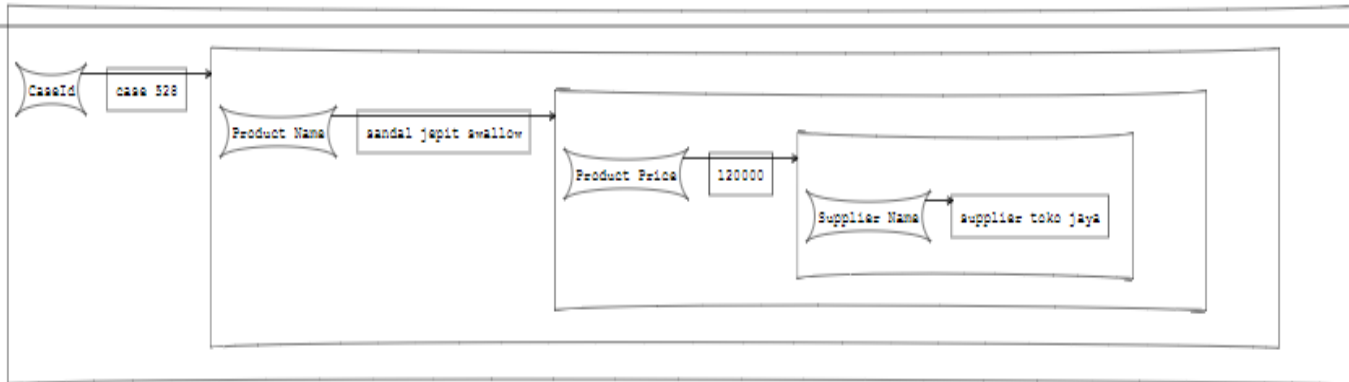


Wrong Decision



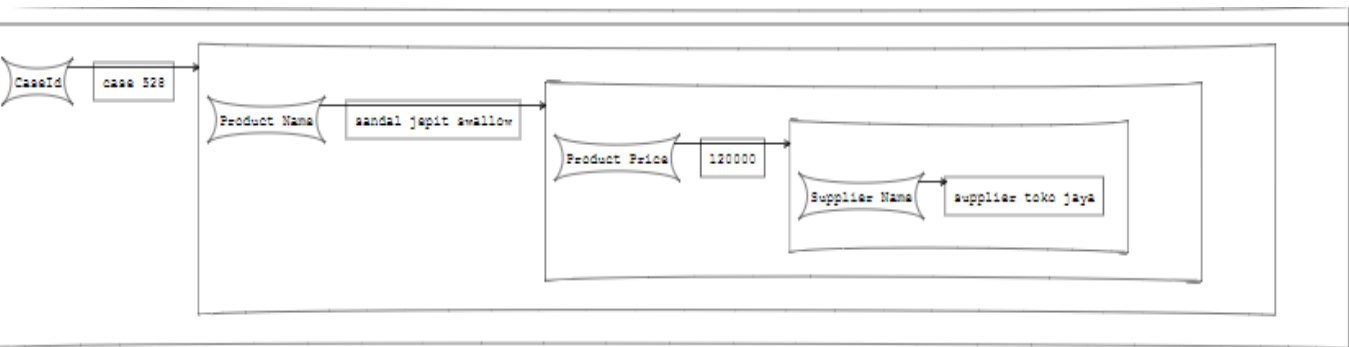
Check item price and expedition price High Price Accept

Wrong Decision



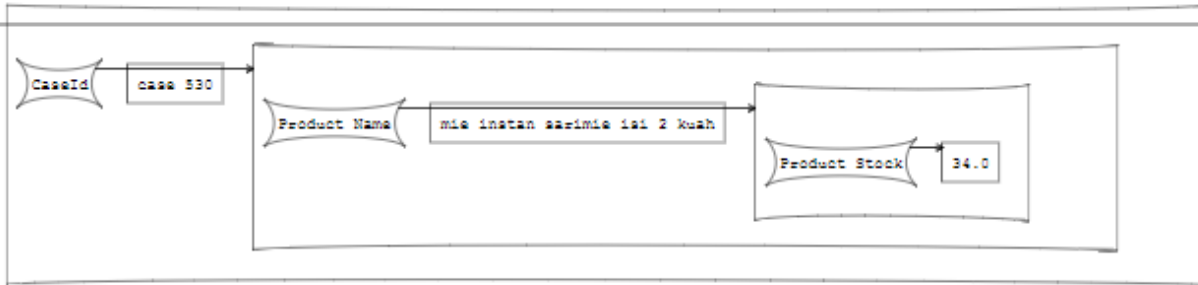
Check item price and expedition price High Price Accept

Wrong Decision



Check item price and expedition price High Price Accept

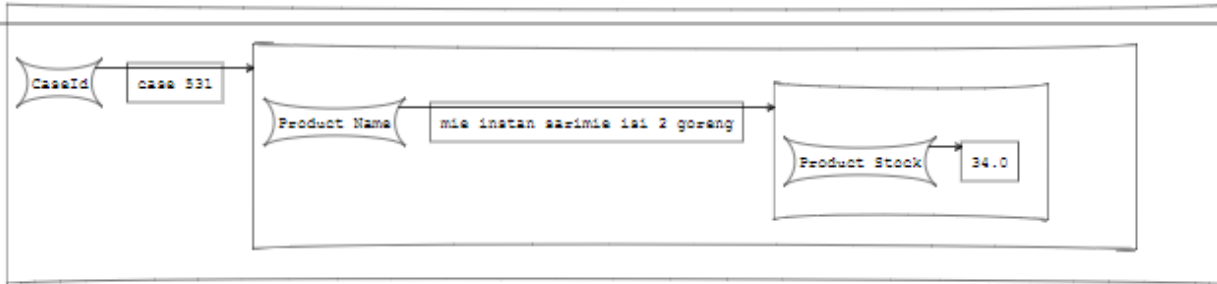
Illegal Pattern



Classify item stock as high stock

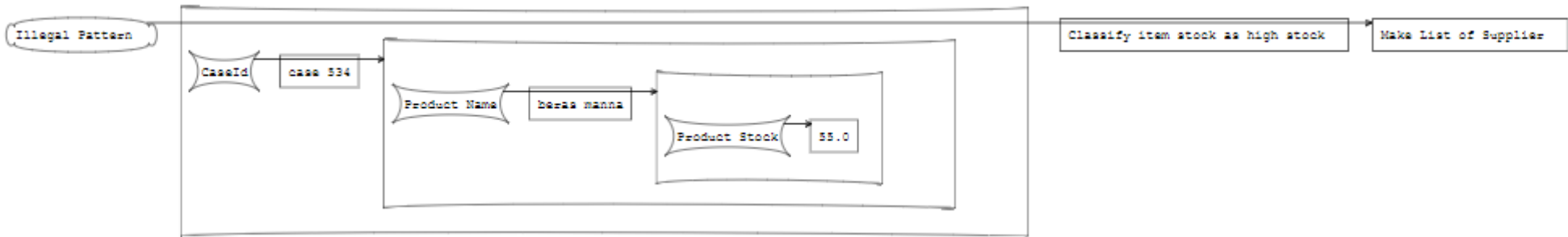
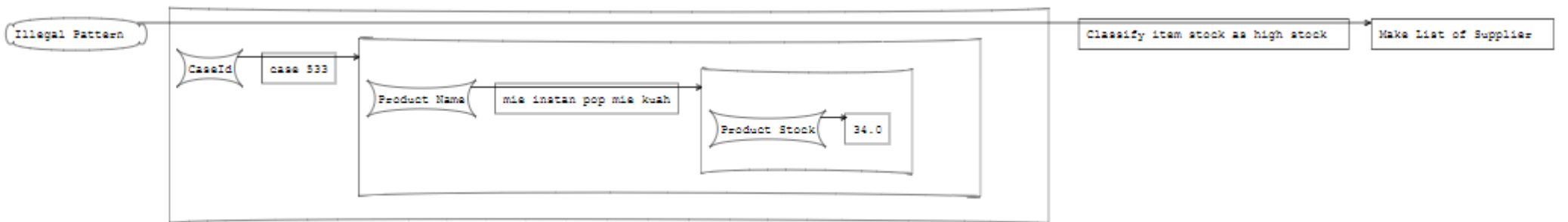
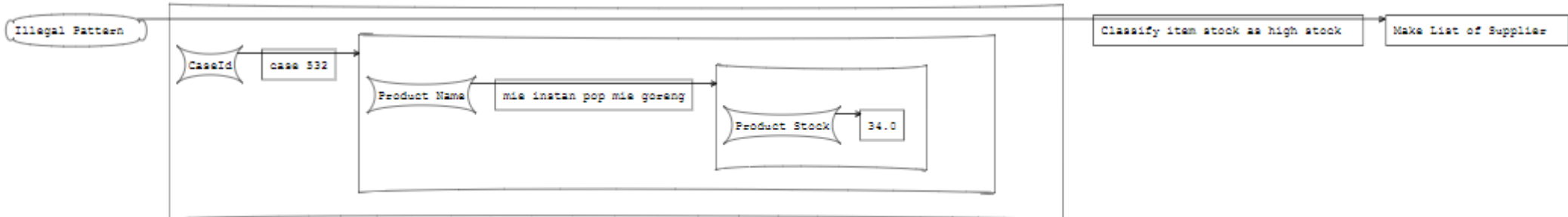
Make List of Supplier

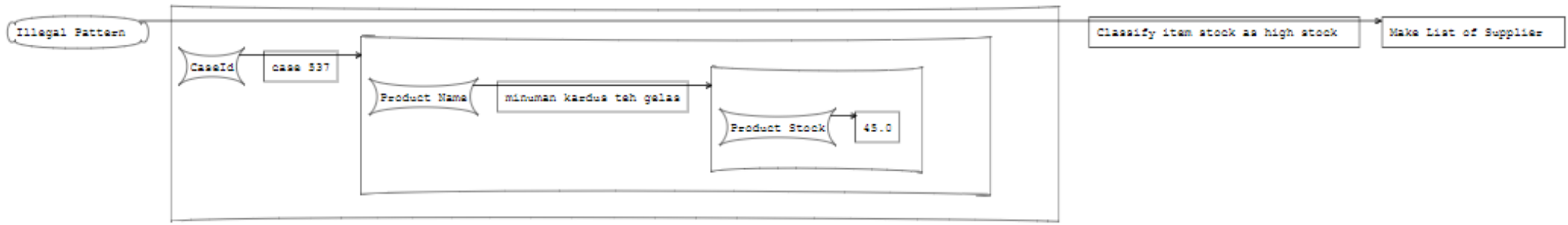
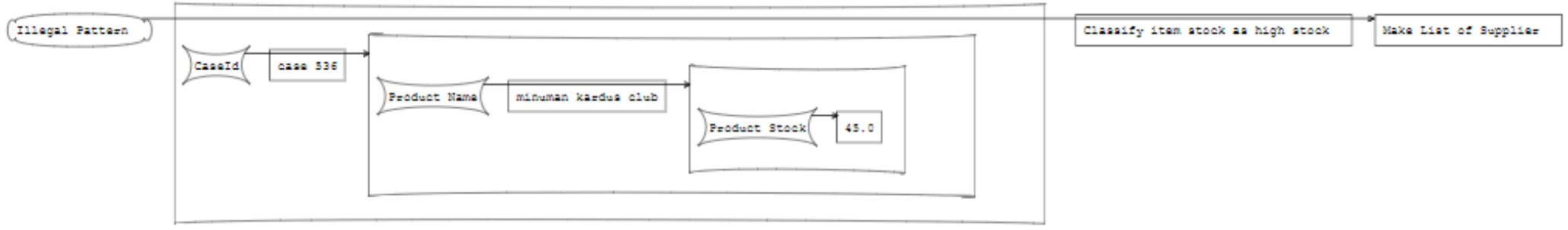
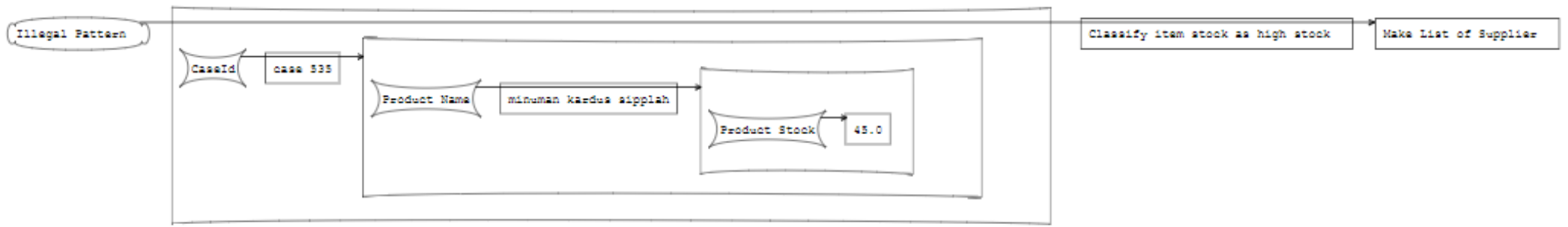
Illegal Pattern

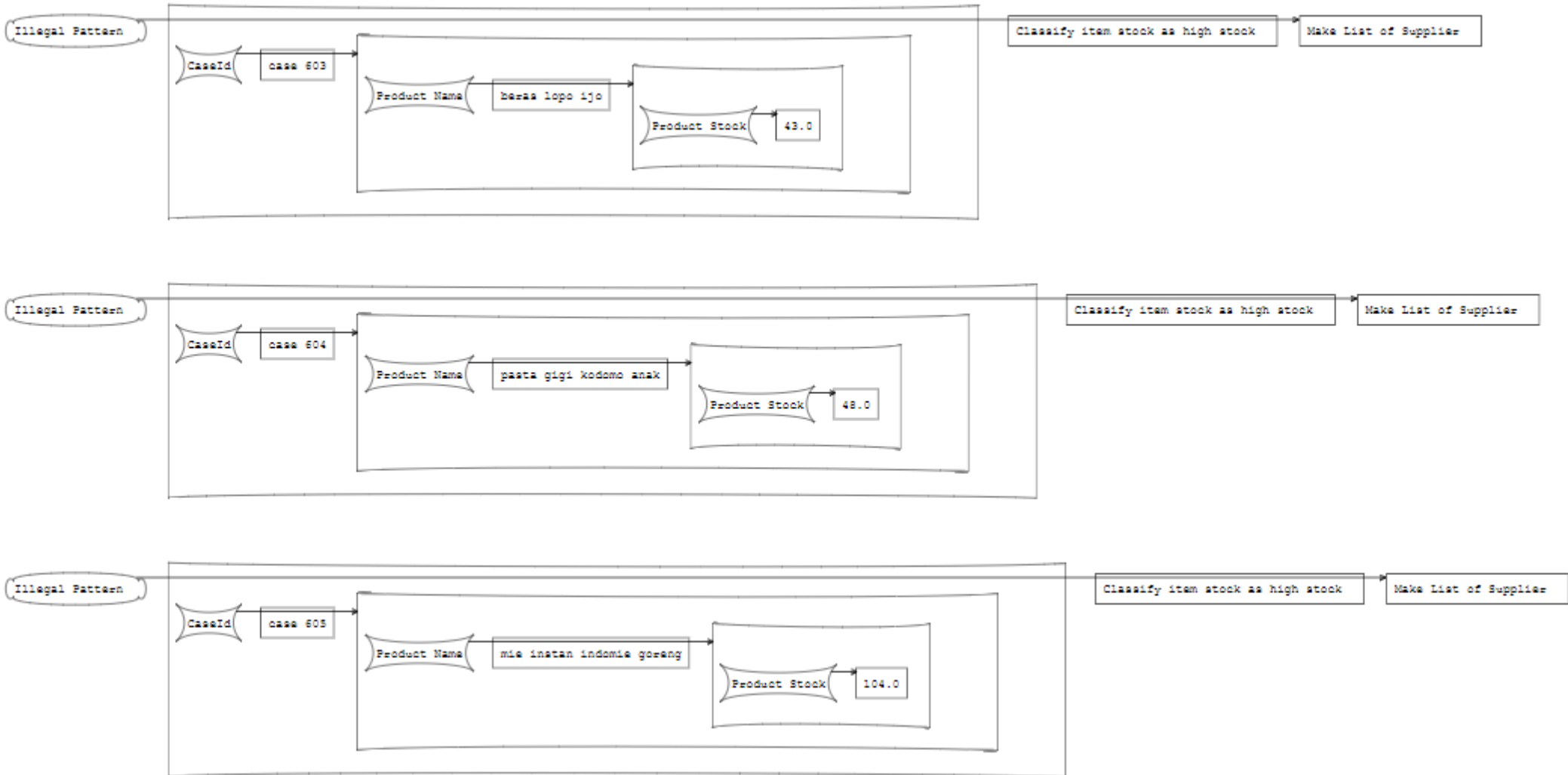


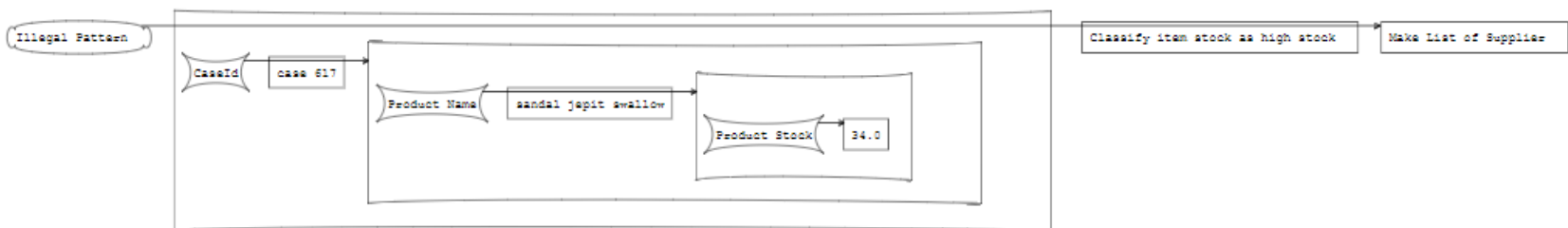
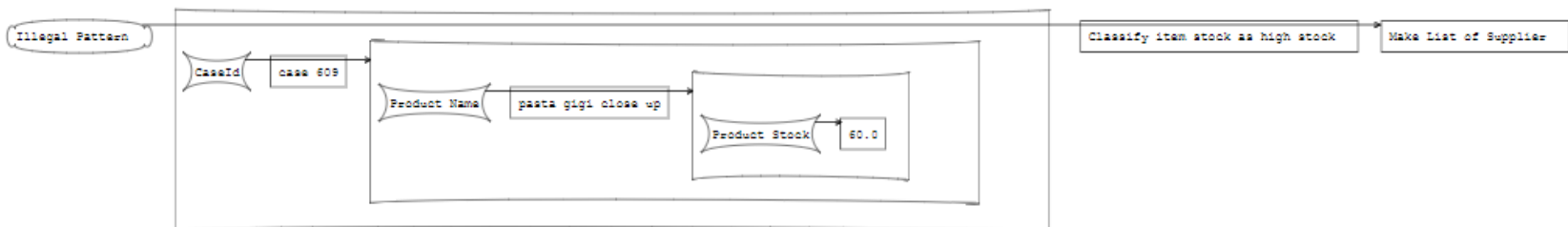
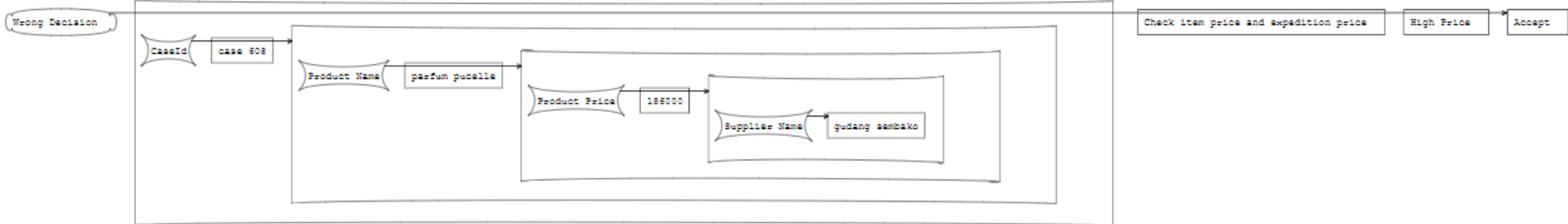
Classify item stock as high stock

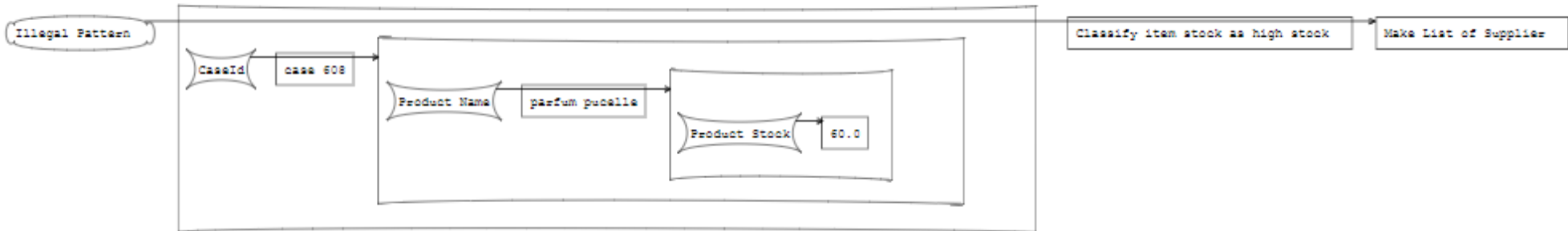
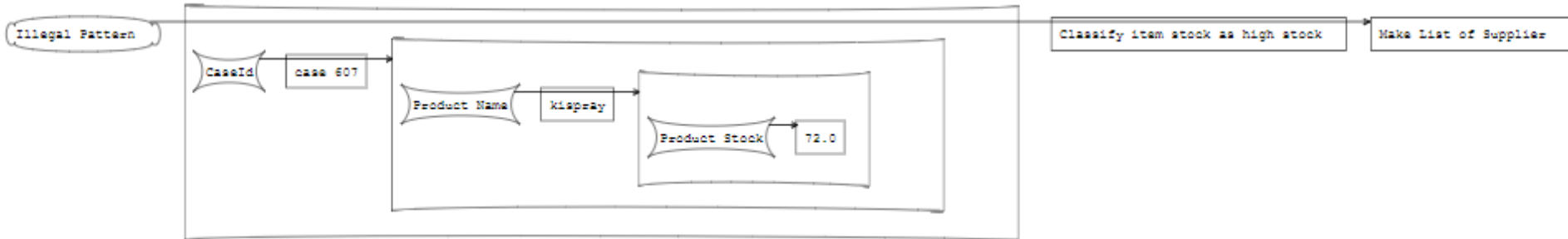
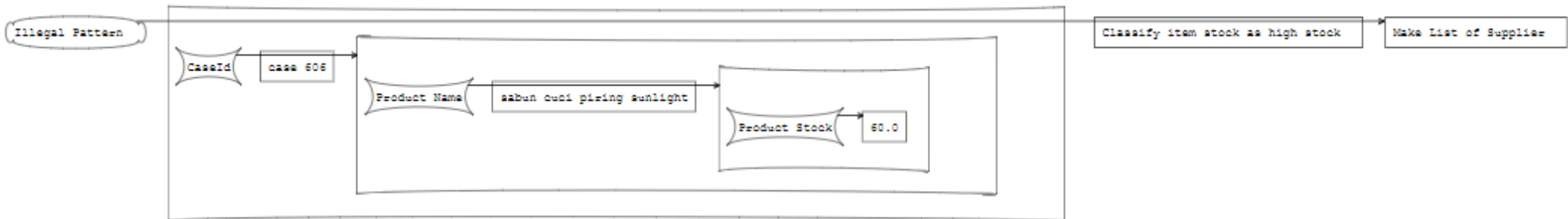
Make List of Supplier



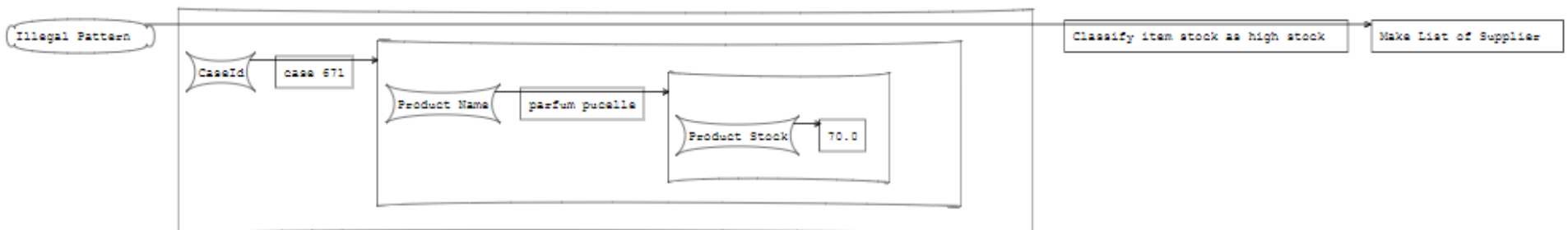
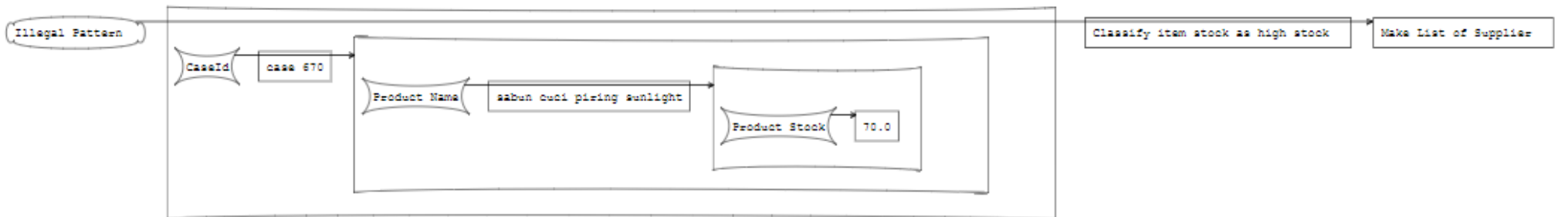
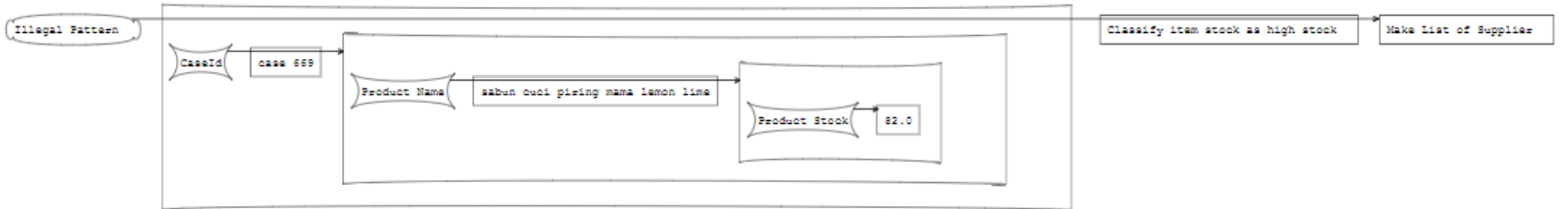


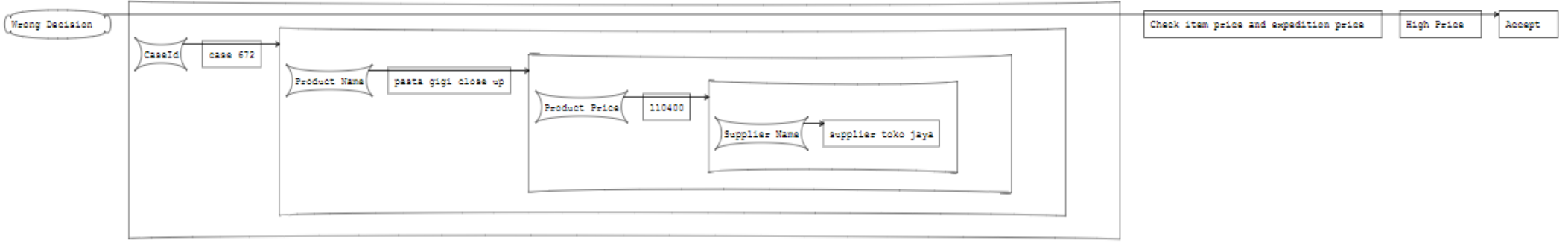
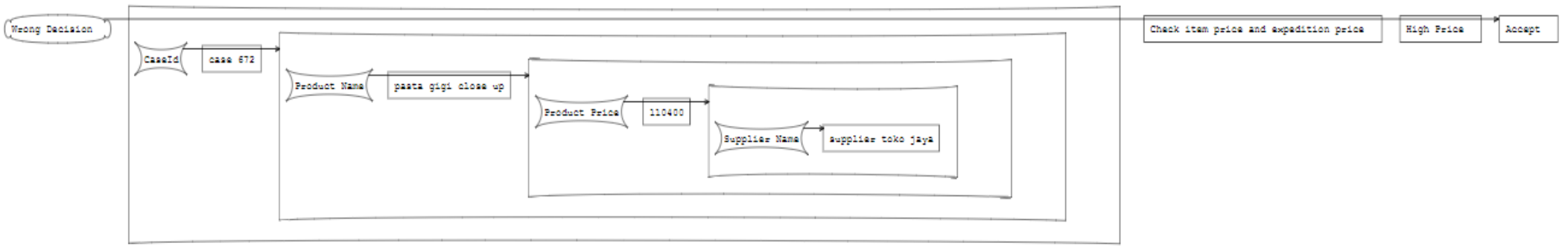
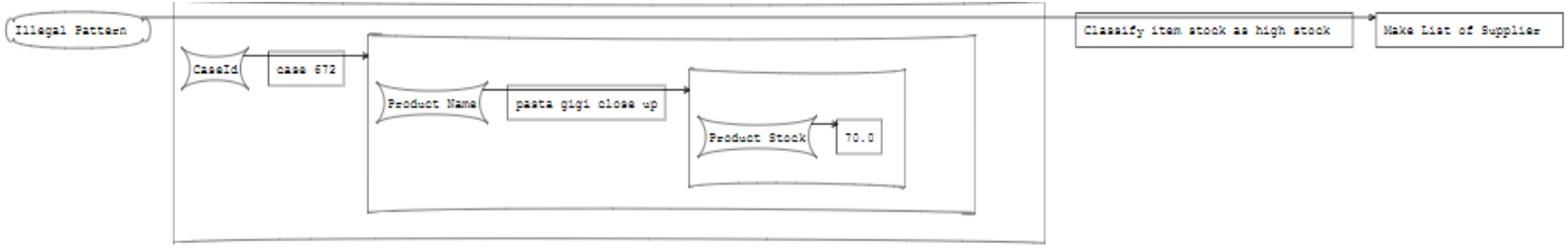




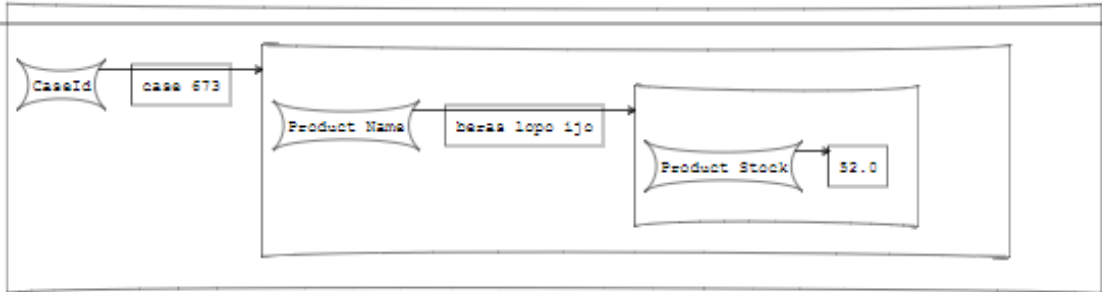








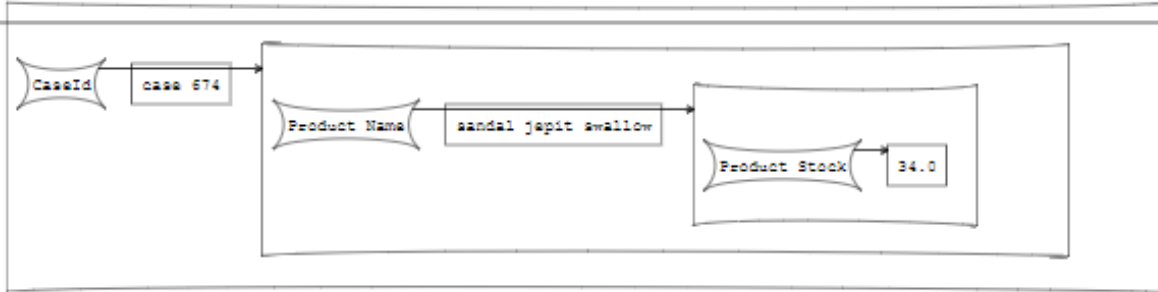
Illegal Pattern



Classify item stock as high stock

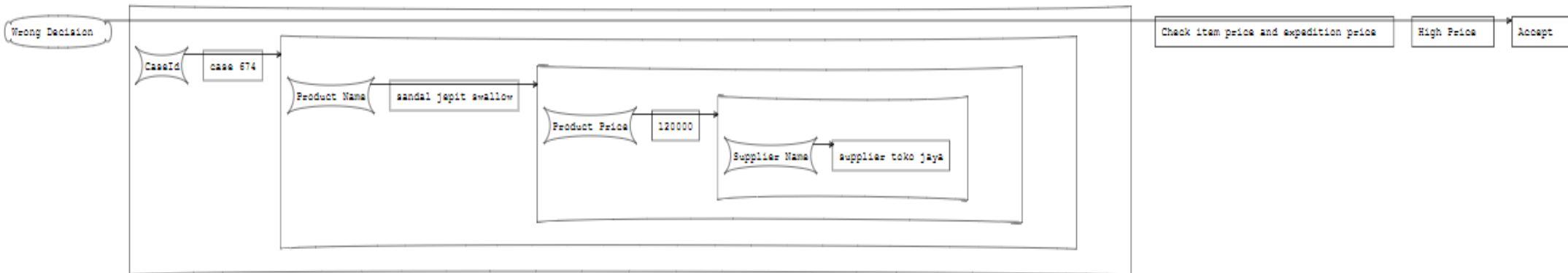
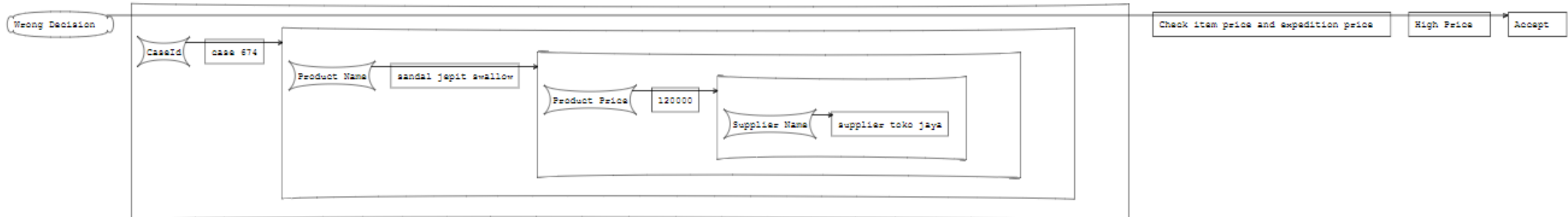
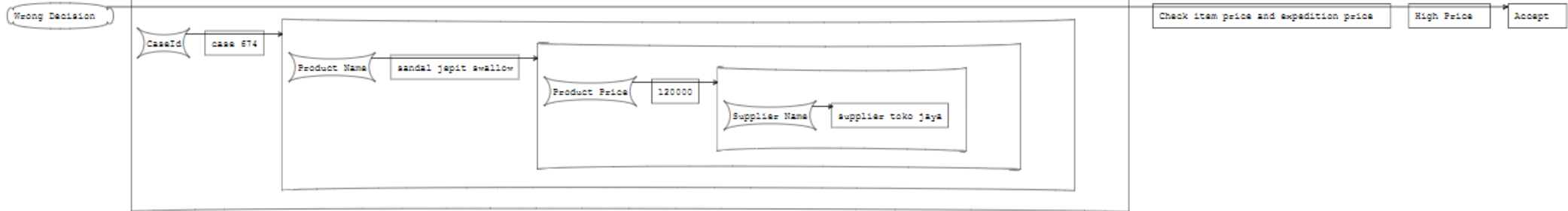
Make List of Supplier

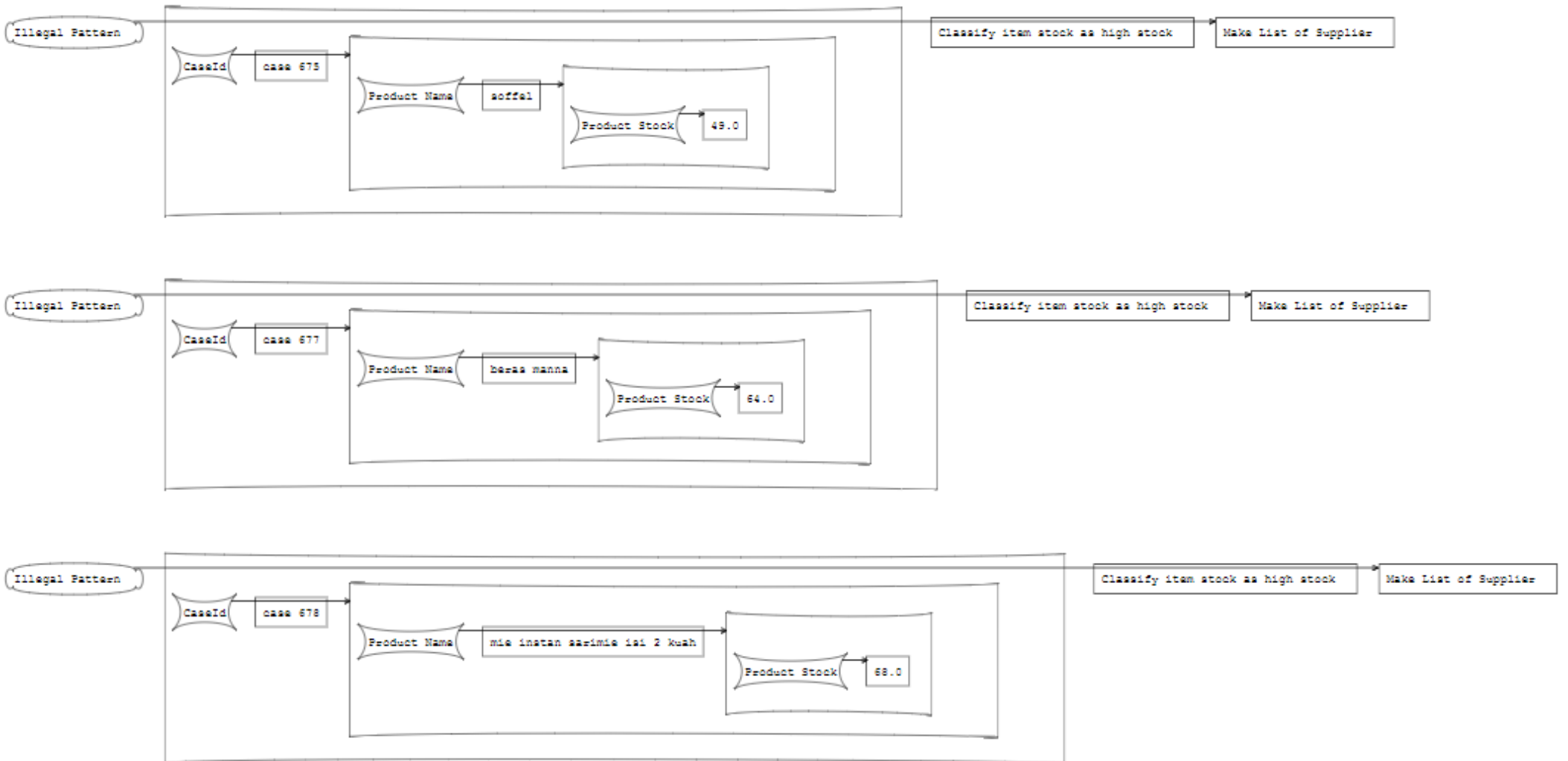
Illegal Pattern

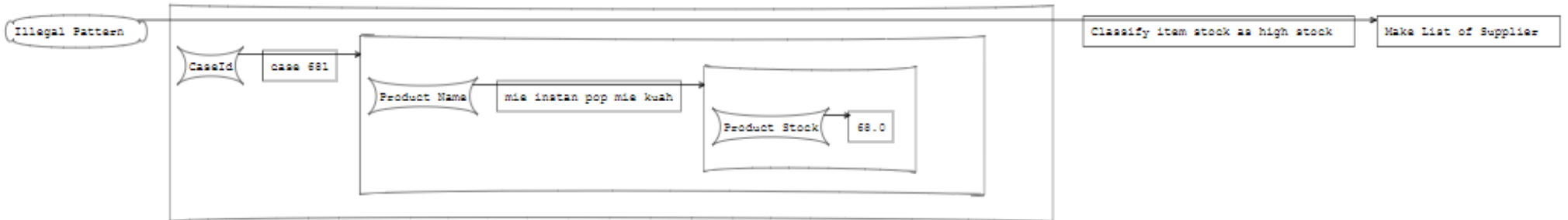
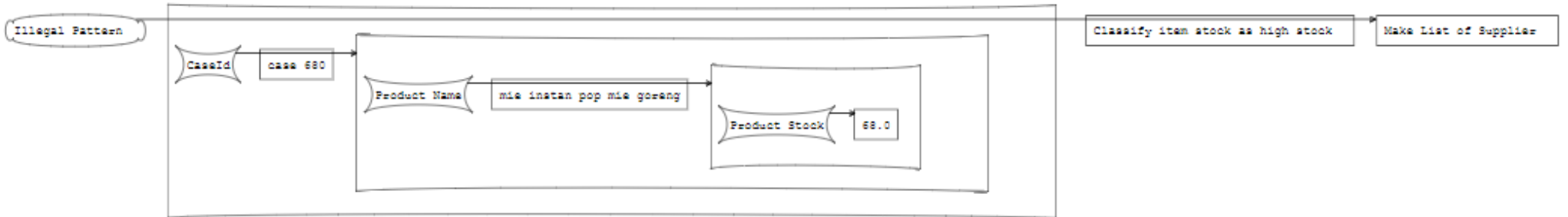
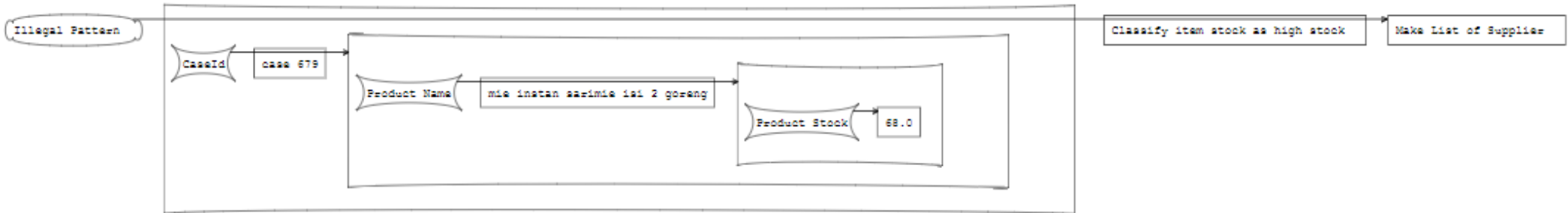


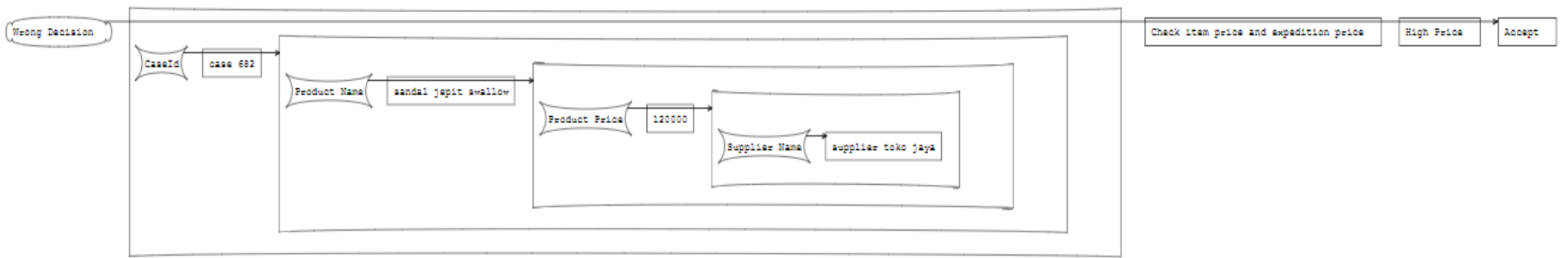
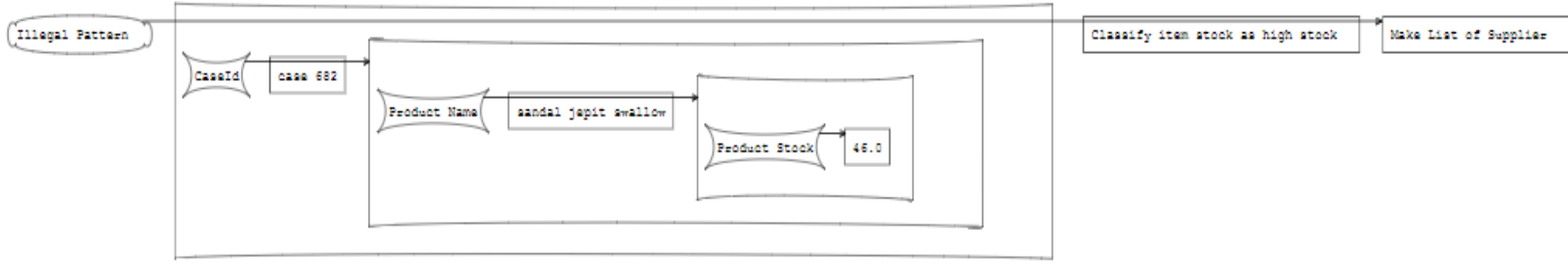
Classify item stock as high stock

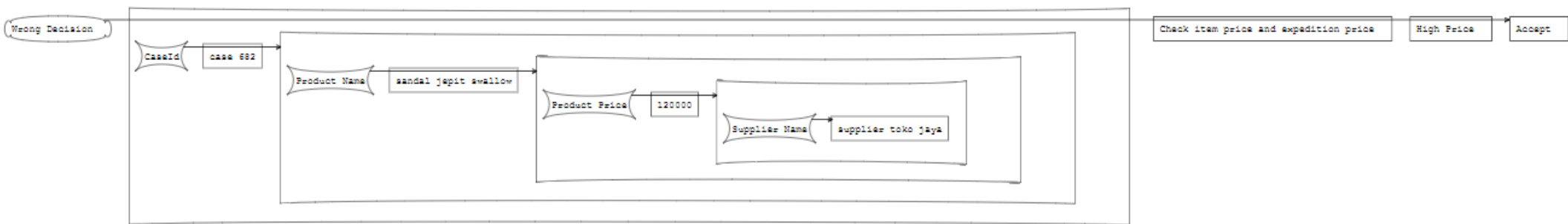
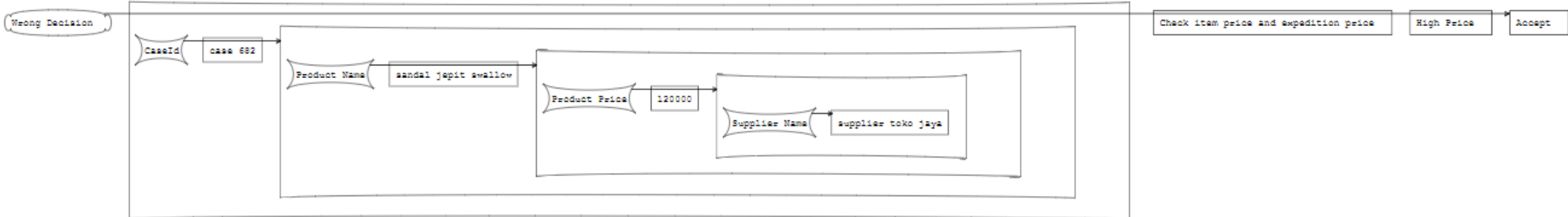
Make List of Supplier













## BIOGRAFI PENULIS



Cahyaningtyas Sekar Wahyuni lahir di Blitar, Jawa Timur pada tanggal 25 April 1996. Pendidikan yang telah ditempuh adalah AIT Community School Thailand (2002-2003), SD Tisnonegaran II Probolinggo (2003-2004), SD Taruna Dra. Zulaeha (2004-2008), SMP Negeri 1 Probolinggo (2008-2011), SMA Negeri 1 Probolinggo (2011-2014), dan S1 Sistem Informasi Universitas Brawijaya Malang (2014-2018). Rumpun Mata Kuliah (RMK) yang diambil oleh penulis adalah Manajemen Informasi serta memiliki ketertarikan di bidang *Process Mining*, Audit Sistem, dan Deteksi Anomali. Penulis dapat dihubungi melalui [cahyaningtyas.sekar.w@gmail.com](mailto:cahyaningtyas.sekar.w@gmail.com). Cahyaningtyas Sekar Wahyuni telah membuat beberapa artikel yang diterbitkan di jurnal *scopus* dan *international conference*. Adapun daftar publikasi tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

<i>Scopus Journals</i>	
1.	Cahyaningtyas Sekar Wahyuni, Kelly Rossa Sungkono, Riyanarto Sarno. Novel Parallel Business Process Similarity Methods based on Weighted-Tree Declarative Pattern Models. <i>International Journal of Intelligent Engineering &amp; Systems (IJIES)</i> , vol. 12, no. 6, pp. 236-248, 2019. DOI : 10.22266/ijies2019.1231.23 (Q2).
2.	Hendra Darmawan, Riyanarto Sarno, Adhatus Solichah Ahmadiyah, Kelly Rossa Sungkono, Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Anomaly Detection Based on Control-flow Pattern of Parallel Business Processes. <i>TELKOMNIKA</i> , Vol 16, No 6, December 2018, pp.2808-2815 (Q3).
3.	Farza Nurifan, Riyanarto Sarno, Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Developing Corpora using Word2vec and Wikipedia for Word Sense Disambiguation. <i>Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJEECS)</i> , Vol 12, No 3, December 2018 (Q3).
<i>Scopus International Conferences</i>	
4.	Nemesio Raitubu, Kelly Rossa Sungkono, Riyanarto Sarno, Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Detection of Bottleneck and Social Network in Business Process of Agile Development. 2019 International

	Seminar on Application for Technology of Information and Communication. DOI : 10.1109/ISEMANTIC.2019.8884341
5.	Ahmad Naufal Rofiif, Muhammad Wildan M, Kelly Rossa Sungkono, Riyanarto Sarno, Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Performance Analysis of Hierarchical Process Model. 2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication. DOI : 10.1109/ISEMANTIC.2019.8884259
6.	Muhammad Ar Razi, Kelly Rossa Sungkono, Riyanarto Sarno, Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Detecting Bottleneck and Fraud in Agile Development by using Petri net Performance and Trace Clustering. 2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication. DOI : 10.1109/ISEMANTIC.2019.8884226
7.	Ashadul Haq Muhammad Shani, Kelly Rossa Sungkono, Riyanarto Sarno, Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Time Performance Evaluation of Agile Software Development. 2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication. DOI : 10.1109/ISEMANTIC.2019.8884304
8.	Rachmawan Adi Laksono, Kelly Rossa Sungkono, Riyanarto Sarno and Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Sentiment Analysis of Restaurant Customer Reviews on TripAdvisor using Naïve Bayes. 2019 The 12 <sup>th</sup> International Conference on Information & Communication Technology and System. DOI : 10.1109/ICTS.2019.8850982
9.	Claudia Primasiwi, Riyanarto Sarno, Kelly Rossa Sungkono and Cahyaningtyas Sekar Wahyuni. Stock Composite Prediction using Nonlinear Autoregression with Exogenous Input (NARX). 2019 The 12 <sup>th</sup> International Conference on Information & Communication Technology and System. DOI : 10.1109/ICTS.2019.8850956
10.	Irzal Ahmad Sabilla, Cahyaningtyas Sekar Wahyuni, Chastne Fatichah, and Darlis Herumurti. Determining Banana Types and Ripeness from Image using Machine Learning Methods. 2019 International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology (ICAIIIT). DOI : 10.1109/ICAIIIT.2019.8834490