

# ***Process Mining***

Sains Data Berorientasi Proses

Angelina Prima Kurniati, S.T., M.T., Ph.D.  
Guntur Prabawa Kusuma, S.T., M.T.  
Prof. Dr. Suyanto, S.T., M.Sc.



Penerbit **INFORMATIKA**

# Daftar Isi

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxi</b>
<b>Bab 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Definisi <i>Process Mining</i> .....	2
1.2 Tujuan <i>Process Mining</i> .....	8
1.3 Dampak Penggunaan <i>Process Mining</i> .....	8
1.4 Sumber-Sumber Rujukan <i>Process Mining</i> .....	10
1.5 Latihan.....	11
<b>Bab 2. BIDANG ILMU <i>PROCESS MINING</i>.....</b>	<b>13</b>
2.1 <i>Process Mining</i> dan <i>Business Process Management</i> ....	13
2.2 <i>Process Mining</i> dan <i>Data Mining</i> .....	14
2.3 <i>Process Mining</i> dan Sains Data.....	15
2.4 <i>Process Mining</i> dan <i>Explainable Artificial Intelligence</i> (XAI).....	17
2.5 Latihan.....	18

<b>Bab 3. METODOLOGI PROCESS MINING.....</b>	<b>19</b>
3.1 Metodologi Pendahulu .....	20
3.2 L* Lifecycle.....	20
3.2.1 Stage-0: Perencanaan dan Justifikasi .....	22
3.2.2 Stage-1: Ekstraksi data.....	23
3.2.3 Stage-2: Membuat Model Control-flow dan kaitannya dengan Event log.....	24
3.2.4 Stage-3: Membuat Model Proses yang Terintegrasi.....	25
3.2.5 Stage-4: Dukungan Operasional .....	26
3.3 Process Mining Project Methodology: Pm2.....	27
3.3.1 Stage-1: Perencanaan .....	29
3.3.2 Stage-2: Ekstraksi.....	36
3.3.3 Stage-3: Pemrosesan Data .....	37
3.3.4 Stage-4: Penambangan dan Analisis.....	38
3.3.5 Stage-5: Evaluasi.....	39
3.3.6 Stage-6: Peningkatan proses dan Dukungan	40
3.4 Metodologi Lain .....	42
3.4.1 Question-Driven Methodology .....	42
3.4.2 ClearPath.....	48
3.5 Latihan.....	49
 <b>Bab 4. TASK UTAMA DALAM PROCESS MINING .....</b>	 <b>51</b>
4.1 Persiapan .....	52
4.1.1 Penetapan Tujuan.....	52

4.1.2	Identifikasi Kebutuhan Awal .....	55
4.1.3	Ekstraksi Data .....	57
4.1.4	Eksplorasi Karakteristik dan Kualitas Data..	60
4.2	<i>Praproses Data</i> .....	68
4.3	<i>Process Discovery</i> .....	71
4.3.1	<i>Alpha Miner</i> .....	72
4.3.2	<i>Heuristics Miner</i> .....	75
4.3.3	<i>Fuzzy Miner</i> .....	80
4.3.4	<i>Inductive Miner</i> .....	82
4.4	<i>Conformance Checking</i> .....	85
4.4.1	<i>Replay Fitness</i> .....	87
4.4.2	<i>Precision</i> .....	88
4.4.3	<i>Generalization</i> .....	89
4.4.4	<i>Simplicity</i> .....	89
4.5	<i>Enhancement</i> .....	90
4.5.1	<i>Repairment</i> .....	90
4.5.2	<i>Extension</i> .....	91
4.6	Visualisasi dan Evaluasi.....	91
4.6.1	Visualisasi hasil .....	92
4.6.2	Evaluasi.....	100
4.7	Latihan.....	101
<b>Bab 5.</b>	<b>PERSPEKTIF <i>PROCESS MINING</i></b> .....	<b>103</b>
5.1	<i>Control-Flow Perspective</i> .....	103
5.1.1	<i>Business Process Modelling Notation (BPMN)</i>	105

5.1.2	<i>Petri nets</i> .....	105
5.1.3	<i>Causal nets</i> .....	107
5.1.4	<i>Dependency Graph</i> .....	108
5.2	<i>Organizational Perspective</i> .....	109
5.2.1	Analisis Jaringan Sosial .....	109
5.2.2	Identifikasi Struktur Organisasi .....	111
5.2.3	Identifikasi <i>Handover Of Work</i> .....	112
5.2.4	Identifikasi Pola Interaksi.....	114
5.3	<i>Case Perspective</i> .....	115
5.3.1	Analisis Faktor Penentu Kasus.....	116
5.3.2	Simulasi Kasus .....	118
5.4	<i>Time Perspective</i> .....	119
5.4.1	Analisis Sisa Waktu Siklus.....	121
5.4.2	Analisis Kesesuaian Prosedur Perawatan Pasien	122
5.5	Latihan.....	125
<b>Bab 6.</b>	<b><i>TOOLS DAN FRAMEWORK</i></b> .....	<b>127</b>
6.1	<i>Disco Fluxicon</i> .....	127
6.1.1	Import Data.....	128
6.1.2	Analisis Model Proses ( <i>Process Map</i> ) .....	130
6.1.3	Analisis Statistik.....	133
6.1.4	Analisis <i>Case</i> .....	135
6.1.5	<i>Filtering</i> .....	136
6.1.6	TimeWarp.....	143
6.1.7	Mengelola Dataset.....	144

6.1.8	<i>Toolbar</i> .....	146
6.2	<i>ProM Framework</i> .....	146
6.2.1	<i>Objects: Event Logs</i> .....	148
6.2.2	<i>Objects: Process Models</i> .....	149
6.2.3	<i>Plugins: Event Log Filtering</i> .....	149
6.2.4	<i>Plugins: Process Discovery</i> .....	150
6.2.5	<i>Plugins: Conformance Checking</i> .....	151
6.2.6	<i>Plugins: Model Enhancement</i> .....	153
6.2.7	<i>Visualizers: Event Logs</i> .....	153
6.2.8	<i>Visualizers: Petri Nets</i> .....	155
6.3	<i>Celonis</i> .....	156
6.3.1	<i>Extraction</i> .....	160
6.3.2	<i>Process Discovery and Analysis</i> .....	163
6.3.3	<i>Conformance Checking</i> .....	166
6.4	<i>bupar R Library</i> .....	169
6.4.1	<i>Membuat dan Menganalisis Event Log</i> .....	170
6.4.2	<i>Mengecek Kualitas Data</i> .....	172
6.4.3	<i>Subset dan Agregasi Data</i> .....	174
6.4.4	<i>Wrangling Event Data</i> .....	176
6.4.5	<i>Adjusting View</i> .....	176
6.4.6	<i>Eksplorasi Data</i> .....	177
6.4.7	<i>Membuat Process Maps</i> .....	180
6.4.8	<i>Process Discovery</i> .....	181
6.4.9	<i>Conformance Checking</i> .....	182
6.5	<i>PM4Py Python Package</i> .....	182

6.5.1	<i>Handling Event Data</i> .....	183
6.5.2	<i>Filtering Event Data</i> .....	183
6.5.3	<i>Process Discovery</i> .....	184
6.5.4	<i>Conformance Checking</i> .....	185
6.5.5	<i>Statistics</i> .....	186
6.5.6	<i>Evaluation</i> .....	187
6.5.7	<i>Simulation</i> .....	188
6.5.8	<i>Social Network Analysis</i> .....	190
6.6	Latihan.....	192
<b>Bab 7.</b>	<b>CONTOH PENERAPAN <i>PROCESS MINING</i></b> .....	<b>193</b>
7.1	<i>Process Mining</i> di Bidang Pendidikan .....	193
7.1.1	<i>Process Mining</i> pada Aktivitas Belajar di LMS	194
7.1.2	Deteksi Pola Perilaku Pengguna LMS.....	196
7.1.3	Desain <i>IT-Tool</i> untuk Pengecekan Mandiri Alur Pembelajaran Personal .....	197
7.1.4	Analisis <i>Game</i> Pendidikan dengan <i>Intention</i> dan <i>Process Mining</i> .....	199
7.2	<i>Process Mining</i> Pada Bidang Manufaktur .....	200
7.2.1	Model Prediksi Sisa Waktu dalam Sistem Manufaktur dengan <i>Process Mining</i> .....	201
7.2.2	Teknik <i>Process Mining</i> dan <i>Value Stream</i> pada Proses Manufaktur Industri dengan Pemodelan Proses dan Analisis <i>Bottleneck</i> ...	203

7.2.3	<i>Process Mining</i> pada pengujian <i>Wafer Scanners</i> di ASML.....	205
7.3	<i>Process Mining</i> di Bidang Kesehatan .....	206
7.3.1	Penilaian Kualitas Data untuk <i>Process Mining</i> Kesehatan .....	208
7.3.2	<i>Process Mining</i> untuk Analisis Trajektori Penyakit.....	209
7.3.3	Kerangka Kerja Manajemen <i>Emergency Department</i> dengan <i>Process Mining</i> dan Simulasi.....	210
7.4	<i>Process Mining</i> di Bidang Lainnya .....	213
7.4.1	<i>Robotic Process Mining</i> .....	213
7.4.2	Analisis <i>Process Mining</i> pada pelatihan keamanan <i>Siber</i> berbasis <i>Puzzle</i> .....	215
7.4.3	<i>Explainable AI</i> untuk <i>Process Mining</i> dalam <i>Predictive Process Monitoring</i> .....	217
7.5	Latihan.....	218
<b>Bab 8.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>219</b>
8.1	Tantangan Penerapan <i>Process Mining</i> .....	219
8.2	Peluang Riset <i>Process Mining</i> .....	221
8.3	Masa Depan <i>Process Mining</i> Di Indonesia .....	222
8.4	Latihan.....	223
	<b>GLOSARIUM</b> .....	<b>225</b>
	<b>INDEKS</b> .....	<b>231</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>235</b>