

ANALISIS PROSES BISNIS TUTORIAL ONLINE UNIVERSITAS TERBUKA MENGGUNAKAN DATA LOG LEARNING MANAGEMENT SYSTEM

WAHYU INAYANTO



PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Analisis Proses Bisnis Tutorial Online Universitas Terbuka menggunakan Data Log Learning Management System" adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 23 Juli 2026

Wahyu Inayanto
G6501222035

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

WAHYU INAYANTO. Analisis Proses Bisnis Tutorial Online Universitas Terbuka Menggunakan Data Log *Learning Management System*. Dibimbing oleh ANNISA dan HARI AGUNG ADRIANTO.

Tutorial Online (Tuton) merupakan layanan bantuan belajar asinkronus di Universitas Terbuka (UT). Seiring dengan peningkatan jumlah mahasiswa, kelas, dan tutor, evaluasi proses pembelajaran menjadi semakin kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses bisnis tutorial online (Tuton) dengan menggunakan pendekatan *process mining* yang memanfaatkan data log dari *Learning Management System* (LMS), mengidentifikasi adanya deviasi atau kesenjangan antara proses aktual dan proses yang diharapkan, serta menghasilkan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas layanan tutorial online. Dataset yang digunakan mencakup 91.478 *event log* dari aktivitas tutor dan mahasiswa pada 10 kelas Tuton semester Ganjil 2024/2025. Algoritma *Heuristic Miner* diterapkan untuk mengekstraksi model proses, dilanjutkan dengan *conformance checking* untuk mengukur kesesuaian antara proses aktual dan model acuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa aktivitas tutor cenderung stabil, terstruktur, dan memiliki tingkat deviasi yang rendah. Sebaliknya, aktivitas mahasiswa menunjukkan variabilitas yang tinggi. Ditemukan kecenderungan mahasiswa yang menyelesaikan tugas sebelum membaca materi atau mengikuti diskusi, mengindikasikan pola *task-driven learning* dibandingkan *process-driven learning*. Selain itu, pengujian parameter menunjukkan bahwa nilai yang terlalu tinggi menghasilkan model proses yang terlalu kompleks dan sulit diinterpretasikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *process mining* efektif sebagai alat evaluasi berbasis data untuk mengidentifikasi kesesuaian maupun deviasi proses, serta dapat dijadikan landasan perbaikan kualitas pembelajaran daring di UT.

Kata kunci: *Learning Management System*, *Process Mining*, Proses Bisnis, Tutorial Online, Universitas Terbuka





SUMMARY

WAHYU INAYANTO. Analisis Proses Bisnis Tutorial Online Universitas Terbuka Menggunakan Data *Log Learning Management System*. Dibimbing oleh ANNISA dan HARI AGUNG ADRIANTO.

Online Tutorial (Tuton) is an asynchronous learning support service provided by Universitas Terbuka (UT). As the number of students, classes, and tutors continues to increase, evaluating the learning process has become significantly more complex. Conventional evaluations are typically conducted post-activity and rely on normative participant feedback, which may not fully represent actual learning dynamics. Therefore, this study aims to map and analyze the Online Tutorial business processes within the Learning Management System (LMS) of UT using a process mining approach, identify the gaps between the actual processes and the expected business model, and provide data-driven recommendations to improve the efficiency and effectiveness of UT's online tutorial operations. The dataset comprises 91,478 event logs of tutor and student activities across ten Tuton classes during the 2024/2025 odd semester. The Heuristic Miner algorithm was applied for model extraction, followed by conformance checking to measure the alignment between the actual process and the reference model. The results indicate that tutor activities tend to be stable, structured, and exhibit low deviation. In contrast, student activities show high variability, with a tendency for students to complete assignments before reviewing materials or participating in discussions. This suggests a "task-driven learning" pattern rather than a "process-driven" approach. Furthermore, parameter testing revealed that excessively high values result in overly complex process models that are difficult to interpret. This study concludes that process mining is an effective data-driven evaluation tool for identifying process compliance and deviations, providing a strategic foundation for enhancing the quality of online learning at UT.

Keywords: Learning Management System, Process Mining, Business Process, Online Tutorial, Universitas Terbuka

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

¹ Pelimpahan hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus didasarkan pada perjanjian kerja sama yang terkait



ANALISIS PROSES BISNIS TUTORIAL ONLINE UNIVERSITAS TERBUKA MENGGUNAKAN *DATA LOG LEARNING MANAGEMENT SYSTEM*

WAHYU INAYANTO

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Komputer pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis :

1. Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si

Judul Tesis : Analisis Proses Bisnis Tutorial *Online* Universitas Terbuka
Menggunakan *Data Log Learning Management System*
Nama : Wahyu Inayanto
NIM : G6501222035

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Eng. Annisa, S.Kom., M.Kom

Pembimbing 2:

Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si., Ph.D

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Irman Hermadi, S.Kom., M.S., Ph.D.
NIP 197503112006041009

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika:

Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom.
NIP 19660702 199302 1 001

Tanggal Ujian:
29 Juni 2026

Tanggal Lulus:

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis Proses Bisnis Tutorial Online Universitas Terbuka menggunakan *Data Log Learning Management System*” ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Komputer pada Program Studi Ilmu Komputer, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Penulis menyadari bahwa penyelesaian tesis ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Annisa S.Kom., M.Kom selaku ketua komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan tesis ini.
2. Bapak Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing kedua atas segala bimbingan dan sarannya.
3. Pimpinan dan rekan-rekan di Universitas Terbuka atas dukungan dan pengertiannya selama penulis menjalani studi sekaligus bekerja.
4. Keluarga tercinta, Wulan Sari, Adina Farras Kirani, Andra Danish Rafisky, dan Athara Dhika Alfarisqi, yang senantiasa menjadi sumber kebahagiaan, semangat, inspirasi, dan motivasi bagi penulis untuk terus berjuang menyelesaikan penelitian ini.
5. Sahabat-sahabat penulis, yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan, semangat, dan kebersamaan yang selalu menjadi penguat bagi penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Ilmu Komputer IPB yang telah memberikan ilmu dan bantuan administratif selama masa studi
7. Rekan-rekan seperjuangan di Program Studi Magister Ilmu Komputer kelas khusus atas kebersamaan, diskusi, dan semangat yang saling menguatkan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, 23 Juli 2026

Wahyu Inayanto

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	3
DAFTAR GAMBAR	3
DAFTAR LAMPIRAN	4
I. PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Proses Bisnis Tutorial Online Universitas Terbuka.....	8
2.2 <i>Learning Management System</i>	10
2.3 <i>Process Mining</i>	10
2.4 <i>Process Mining Tools (ProM)</i>	12
2.5 <i>Educational Data Mining (EDM)</i>	13
2.6 <i>Flexible Heuristic Mining</i>	15
2.6.1 <i>Flexible Heuristics Miner (FHM) algorithm</i>	17
2.6.1.1 <i>Mining of the dependency graph (DG)</i>	18
2.7 <i>Escaping Transitions (ETC) Precision</i>	18
2.8 <i>Prefix Automaton</i>	20
2.9 <i>Non-fit Trace</i>	21
2.10 Metrik Evaluasi <i>Process Mining</i>	22
III. METODE	24
3.1 Tahapan Penelitian.....	24
3.2 Kebutuhan dan Tahapan Pengambilan Data	25
3.3 Pencarian parameter Terbaik	27
3.4 Model Proses.....	27
3.5 Verifikasi dan Validasi	28
3.6 Visualisasi Hasil.....	29
3.7 Peralatan Penelitian.....	29
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Analisis Deskriptif Event Log.....	30
4.2 Analisis <i>Process Mining</i> Mahasiswa	30
4.2.1 Deskripsi Data.....	30

4.2.2 Analisis Parameter Heuristic Miner	31
4.2.3 Insight Perilaku Mahasiswa	32
4.3 Analisis Process Mining Tutor	33
4.4 Analisis Deviasi (Conformance Checking).....	34
4.4.1 Analisis Deviasi Mahasiswa	34
4.4.1.1 Event Kehadiran.....	34
4.4.1.2 Event Forum Diskusi.....	36
4.4.1.3 Event Tugas.....	36
4.4.2 Analisis Pola Proses Pembelajaran Mahasiswa dengan Nilai Tinggi ...	39
4.4.3 Analisis Deviasi Tutor	40
4.4.3.1 Event Forum Diskusi.....	40
4.4.3.2 Event Tugas	41
4.5 Diskusi Temuan Utama.....	42
V. SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	58



DAFTAR TABEL

1 Contoh <i>event log</i>	14
2 Translasi petri-net ke causal matrix	17
3 Kebutuhan log pada <i>database</i> LMS	25
4 Atribut dan deskripsi data	25
5 Pengelompokan jenis <i>event</i>	30
6 <i>Event log</i> analysis (Mahasiswa)	31
7 Percobaan dengan memvariasikan nilai RtB Mahasiswa	31
8 Percobaan dengan memvariasikan nilai <i>Dependency</i> Mahasiswa	32
9 Aktivitas Mahasiswa	32
10 Aktivitas utama Tutor	33

DAFTAR GAMBAR

1 Prosedur tutor	8
2 Prosedur mahasiswa	9
3 Tiga tipe <i>process mining</i>	12
4 Cara kerja perangkat lunak ProM (van der Aalst, 2016)	13
5 <i>Petrinet</i>	15
6 <i>Automaton</i> <i>prefiks</i> dari log (Maxim Vidgo, 2022)	21
7 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian	24
8 <i>Extensible Event Stream</i> (XES)	26
9 Hasil akhir <i>casual net</i> (Naderifar <i>et al.</i> 2019)	28
10 Tahapan <i>replay process model</i> (Naderifar <i>et al.</i> 2019)	29
11 Hasil <i>Petrinet</i> Kehadiran	34
12 <i>Invisible Transition</i> Kehadiran	35
13 <i>Silent Transition</i> (τ) pada Forum Diskusi	36
14 Hasil <i>Petrinet</i> pada Tugas 1	37
15 Model Proses aktivitas Forum Diskusi	39
16 Pola Aktivitas Mahasiswa dengan Nilai Tinggi	39
17 <i>Petrinet Event</i> Forum Diskusi Tutor	40
18 <i>Petrinet Event</i> Assignment Tugas	41

DAFTAR LAMPIRAN

1 Potongan Proses <i>Retrieve</i> data dari log LMS.....	48
2 Hasil data dalam bentuk CSV	48
3 Proses <i>Convert</i> CSV menjadi XES	49
4 <i>Set Parameter Process Mining</i>	49
5 Hasil Visualisasi <i>Heuristic Mining</i> Tutor	50
6 Potongan code XML Proses Bisnis Tutor dalam bentuk XES.....	50
7 Visualisasi <i>Petrinet</i> Proses Bisnis Tutor	51
8 Hasil <i>Conformance Checking</i> Tutor.....	51
9 Hasil <i>Conformance Checking</i> Mahasiswa	52
10 XES Model Mahasiswa.....	54
11 Hasil Visualisasi <i>Heuristic Mining</i> Mahasiswa	59