

Metode dari *Hybrid Recommender System* di *e-Learning* Menggunakan *Design Science Research Methodology*

Eko Travada SP (ekotravada@gmail.com), Herdiana (herdi.ana3rpl@gmail.com)

ABSTRAK

Saat ini pemanfaatan pembelajaran secara mandiri dan melalui media online merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari segmen pendidikan, termasuk pemanfaatan teknologi temu kembali informasi untuk memberikan alternatif tahapan pembelajaran kepada siswa. Metodologi Penelitian Ilmu Perancangan merupakan topik metodologi pembuatan sistem yang diusung oleh penelitian ini, mengingat pendekatan ini belum banyak menarik perhatian peneliti saat ini, khususnya dalam pengembangan sistem pembelajaran. Artikel ini membahas langkah-langkah untuk membangun kerangka pembelajaran yang dapat memberikan saran kepada peserta didik untuk pengumpulan materi pelajaran. Tahapan pembuatan perangkat dibahas secara bertahap melalui Pendekatan Analisis Ilmu Desain. Kajian ini mencakup beberapa metode pertumbuhan sistem, antara lain Collaborative Filtering, Clustering Process, dan Similarity to hybrids. Penelitian ini merupakan salah satu landasan metode pembuatan sistem, khususnya untuk implementasi e-learning, baik dari segi metodologi maupun penerapan teknologinya. Menyoroti Tahapan membangun rekomendasi e-learning hybrid Implementasi penciptaan menggunakan metode Design Science Analysis Pembuatan sistem yang berfokus pada penyaringan kolaboratif, pembelajaran mesin, teknik pengelompokan, dan kesamaan antara hybrid.

Kata kunci Collaborative filtering, Machine Learning, Research Methodology, Clustering Method, Hybrid Similarity

ABSTRACT

At this time, the use of learning independently and through online media is an inseparable part of the education segment, including the use of information retrieval technology to provide students with alternative learning stages. The Design Science Research Methodology is the topic of system creation methodology that is posed by this research, given that this approach does not attract much attention to researchers today, especially in the development of learning systems. This article addresses measures to build a learning framework that can provide learners with suggestions for the collection of the subject matter. The stages of device creation are addressed in phases via the Design Science Analysis Approach. This study includes several methods of system growth, including collaborative filtering, clustering process, and similarity to hybrids. This research is one of the foundations for methods of system creation, in particular for the implementation of e-learning, both in terms of methodology and technology application. Highlighting The stages of constructing a hybrid e-learning recommendation Implementation of creation using the methods of Design Science Analysis Creation of systems focused on collaborative filtering, machine learning, techniques of clustering, and similarities between hybrids.

Keyword : Collaborative filtering, Machine Learning, Research Methodology, Clustering Method, Hybrid Similarity

Pendahuluan

Penelitian ini mengusulkan pendekatan Hybrid e-Learning Recommender System (HRSieL) dengan pembuatan profil pelajar/siswa. Rekomendasi Hybrid menggunakan penyaringan kolaboratif [1] yang dikombinasikan dengan sistem kecerdasan buatan [2]. Para peneliti telah menerapkan teknologi informasi berbasis kecerdasan buatan di berbagai bidang, khususnya untuk mendukung proses pembelajaran [3]. Simulasi dibuat dalam penelitian ini melalui proses bertahap, termasuk pengembangan profil siswa dan pembangunan

mesin rekomendasi Hybrid [4]. Modifikasi dari Design Science Research Methodology (DSRM) [5] adalah metodologi yang dikembangkan dari analisis ini.

Tabel 1. Kerangka Kerja Untuk *Hybrid Recommender System* di *e-Learning*

Steps	Methods	Outcomes
Identification	Identifying concerns	Problems Found
Objective	Determining research priorities	Obtained targets for research
Design & Development	Designing and designing the system created	The resulting device was constructed.

Demonstration	Demonstrating to the customer the device	The system used by the consumer
Evaluation	Evaluation of the system based on the effects of system feedback	Outcomes of system assessment obtained
Communication	In the form of scientific papers, the research findings are written.	Review of studies published

Ada enam fase dalam pelaksanaan proses, yaitu: identifikasi, tujuan, desain & pengembangan, demonstrasi, penilaian, dan komunikasi. Tabel 1 menampilkan tahapan Proses yang Disarankan Sistem dalam e-learning, temuan dan metode yang diterapkan.



Gambar 1 . Methodology Design Science Research Methodology (DSRM) dari e- Learning Hybrid Recommender

Seperti terlihat pada Gambar 1, tahapan studi Design Science Research Methodology (DSRM) adalah:

1. Identifikasi masalah sistem hybrid recommender dalam model dan implementasinya.
2. Tujuan untuk menghasilkan model yang diterapkan pada e-learning dan digunakan oleh pengguna.
3. Desain dan implementasi. Aplikasi berbasis web dikembangkan dan diimplementasikan dalam mesin virtual menggunakan IP Publik. Bahasa pemrograman PHP dan Python, serta database MySQL.
4. Demonstrasi. Membuktikan. Pengujian dilakukan pada siswa untuk melihat pengaruh e-learning dengan menggunakan pendekatan Hybrid Recommender.
5. Evaluasi dilakukan dengan dan tanpa menggunakan Hybrid Recommender pada e-Learning untuk menilai efektivitas pembelajaran.
6. Komunikasi. Implementasi dan publikasi, khususnya bagi pengguna, kepada publik

Identification - Stage Pertama dari Metode HRSieL

Transparansi penelitian, transferabilitas, dan replikasi penelitian sebagai dasar untuk tahap tinjauan pustaka sistematis menggunakan meta-analisis adalah persyaratan utama dari tahap ini [6]. Identifikasi dilakukan pada titik ini untuk mengenali masalah, termasuk:

1. Memahami penelitian mutakhir dalam e-Learning yang relevan dengan Metode Rekomendasi
2. Aplikasi dalam sebagian besar studi sebelumnya tentang pendekatan Sistem Rekomendasi Hibrida dari e-Learning
3. Teknik model yang biasa digunakan dalam implementasi Metode Hybrid Recommender dalam e-Learning
4. Tantangan dalam memperkenalkan e-Learning Hybrid Recommender System
5. Analisis yang ditemukan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang memungkinkan hal ini untuk maju.

Identifikasi masalah dikumpulkan dari beberapa karya ilmiah terkait implementasi e-learning yang dilakukan oleh peneliti lain; sumber data yang dicari dilakukan di Science Direct. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci berikut: "rekomendasi program e-learning" dan "Metodologi penelitian ilmu desain" [7]. Sebanyak 26 artikel dihasilkan dari quest tersebut, terdiri dari artikel ringkasan, 24 artikel penelitian, dan

editorial. Pada titik ini, diidentifikasi bahwa:

1. Tercanggih. Penelitian sistem yang direkomendasikan telah dipelajari secara luas, tetapi hanya satu penelitian yang menghasilkan pencarian yang menerapkan metodologi Design Science Research dalam penelitiannya. Analisis ini dilakukan untuk intelijen bisnis rumah sakit [8]. Tidak ada penelitian serupa yang dilakukan berdasarkan hasil pencarian yang diberikan oleh Science Direct [7].
2. Beberapa peneliti telah melakukan studi terkait e-Learning pada Metode Hybrid Recommender, antara lain pada deep learning [9], [10], ontologi[11], algoritma[9].
3. Peneliti telah menerapkan pendekatan model Hybrid Recommender, diantaranya

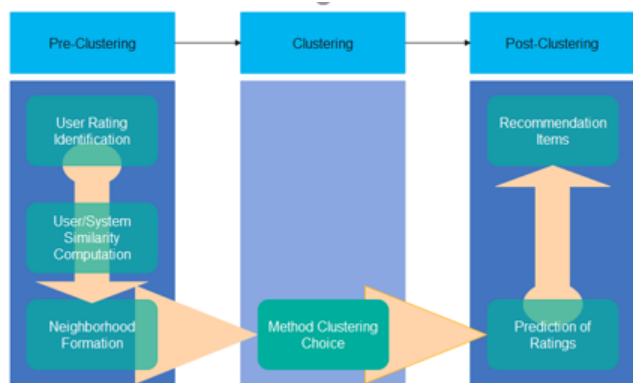
dengan pengembangan perangkat lunak yang difokuskan pada model Artificial Neural Network dan Hidden Markov [12], Model Hybrid Similarity [13], Model Implicit Ranking dan Semantic Similarity [14], Expert Sistem[15].

4. Belum adanya implementasi Mekanisme Hybrid Recommender dalam e-learning berbasis Design Science Testing Methodology [7] merupakan salah satu tantangan dalam penerapan Hybrid Recommender.

5. Sumber temuan penelitian dari sumber otoritatif, termasuk perpustakaan Science Direct saat ini [7], memberikan dasar penelitian yang terkait dengan penelitian sebelumnya diterapkan.

Objective - stage ke dua dari Metode HRSieL

penelitian ditemukan pada model Hybrid Recommender dengan menggunakan Design Science Research Approach berdasarkan R: dari hasil tahap identifikasi di atas. Untuk itu, tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan Metodologi Penelitian Design Science untuk menghasilkan model sistem Hybrid Recommender untuk e-learning.



Gambar 1. Area Riset

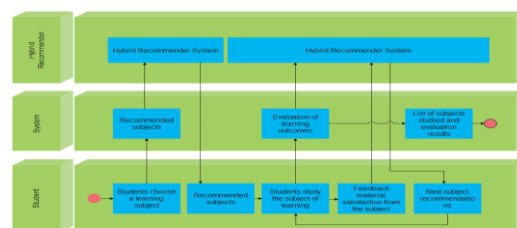
Posisi penajaman aplikasi penelitian ini adalah pada blok clustering, seperti terlihat pada Gambar 2. Terdapat tiga teknik blok yaitu Pre-Clustering, Clustering, dan Post-Clustering. Proses-proses yang terjadi pada pre-clustering terdiri dari identifikasi user rating, proses komputasi kesamaan user, dan proses pembuatan lingkungan. Proses yang terjadi pada blok Clustering adalah implementasi dari metode-metode terkait Clustering Choice. Setelah itu, untuk setiap objek,

proses yang dilakukan di Post-Clustering Block adalah prediksi rating dan rekomendasi.

Design & Development - stage ke tiga of the HRSieL Methodology

Pada tahap ini dikembangkan sebuah model yang mampu menghasilkan sistem rekomendasi hybrid e-Learning. Terdiri dari tiga bagian yaitu: siswa, metode pembelajaran, dan hybrid recommender, dibangun model Hybrid Recommender. Bagian siswa, termasuk pendaftaran, pengumpulan materi, tempat siswa mempelajari materi pelajaran dan menawarkan peringkat, adalah komponen interaksi antara pengguna dan sistem. Terdapat tahapan evaluasi penempatan dalam sistem e-learning untuk mengetahui kemampuan awal siswa, penilaian hasil belajar untuk mengevaluasi kemampuan siswa setelah meninjau materi pelajaran, dan log belajar siswa. Bagian ketiga dari Hybrid Recommender adalah bagian yang diteliti; simulasi dibuat dari mesin rekomendasi di bagian ini dengan teknik penyaringan kolaboratif yang dikombinasikan dengan Proses Opsi Pengelompokan. Gambar 3 menunjukkan operasi ini.

Sistem ini dimaksudkan untuk digunakan oleh siswa dari sekolah menengah hingga universitas. Kerangka kerja, menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Python, dirancang berbasis web. Menggunakan mesin virtual, program diposisikan di server dan memiliki IP publik.



Gambar 2. Hybrid Recommender design on e-Learning

Collaborative Filtering Method

Metode kolaboratif filtering dengan prosedur yang direkomendasikan digunakan untuk mengimplementasikan skema rekomendasi Hybrid, dimulai dengan identifikasi peringkat dan kemudian mengukur bobot kesamaan antar pengguna/item.

K-Nearest Neighborhood dibuat setelah bobot didapat, selanjutnya memprediksi rating dan mendapatkan objek yang direkomendasikan. Peringkat dalam metode yang direkomendasikan adalah sebuah fungsi $R: u \times i \times c \rightarrow r$ dimana u

adalah user yang dinyatakan dengan $u = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_x\}$ dari kumpulan siswa dinyatakan dengan $t = \{t_1, t_2, \dots, t_x\}$, Objek yang direkomendasikan dinyatakan dengan $D(t) = \{d_1, d_2, \dots, d_x\}$ sedangkan bab dari $D(t)$ adalah pelajaran dari bab t_x . Setiap bab nya terdiri dari sub bab $d = \{p_0, p_1, \dots, p_x\}$ dengan $p \in d, D(t) \in t$. Konteks dari waktu dinyatakan dengan s_{tx} , maka t_{sx} waktu menyelesaikan bab. Untuk itu profile sari user dinyatakan dengan .

$$\vec{v} = (s_1, s_2, \dots, s_i, s_{t1}, s_{t2}, \dots, s_{tx}, t_{s1}, t_{s2}, \dots, t_{sx})$$

Skor dari topik dinyatakan dengan s_i .

$$s_i = \sum_{j=1}^q p_i(t_j) / |nb|$$

Score dari i adalah rata rata dari bobot. $p_i(t_j)$ adalah bobot dari i di item t_j . $|nb|$ jumlah item yang mengandung i . Profile dari user dinormalisasi dengan the Li-norm technique [16]:

$$\vec{v} = (s_1, s_2, \dots, s_i, s_{t1}, s_{t2}, \dots, s_{tx}, t_{s1}, t_{s2}, \dots, t_{sx})$$

$$\forall a_i \in A, \sum_{k=1}^{|I|} v_{ik} = 1$$

Nearest Neighbors Formation/Formasi Tetangga

Formasi tetangga terdekat adalah menentukan k top dari bobot yang diperoleh dari persamaan. Ada banyak teknik untuk menghitung bobot [17]. Pada simulasi ini, penentuan k-rank tertinggi dilakukan dengan pengurutan menggunakan algoritma bubble sort. Algoritma bubble sort dilambangkan jika kumpulan bobot tertentu diketahui dari persamaan:

$$w = (w_1, w_2, \dots, w_x)$$

dimana

$$w_1 < w_2 \text{ dan } w_x > w_{x+1} \mid w_1 > w_2 \text{ and } w_x < w_{x+1}$$

Maka dipertukarkan w_x with w_{x+1}

Hingga $w_1 > w_2 \text{ dan } w_x > w_{x+1} \mid w_1 < w_2 \text{ dan } w_x < w_{x+1}$

w_x adalah bobot yang didapat dari persamaan dari hasil perhitungan bobot antar setiap user yang kemudian diurutkan dari terbesar ke terkecil dimana w_x dan w_{x+1} dibandingkan. Jika w_x lebih kecil dari w_{x+1} maka ditukar, dan ini terus dilakukan hingga w_x lebih besar dari w_{x+1} .

Precision

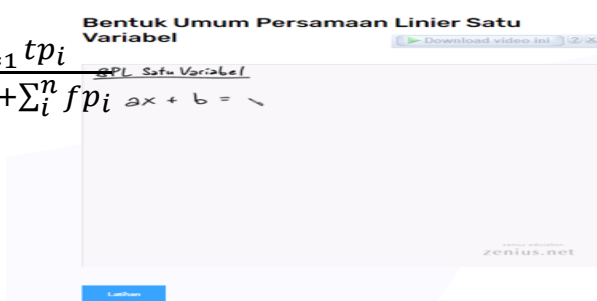
Dengan terlebih dahulu memilah data true positive dan false positive, hasil rekomendasi diukur keakuratannya. Prediksi bahwa peringkat berada di area peringkat konsumen benar-benar menguntungkan. Area rating di sini adalah $\{3,4,5\}$ atau $\{1,2\}$, sedangkan false positive adalah

perkiraan bahwa rating tidak akan sesuai dengan rating pengguna [18]. Contohnya dapat ditunjukkan pada Tabel 2 untuk mengevaluasi nilai true positive benar dan false negatif.

Tabel 2. Contoh menentukan True Positive dan false Positive

User Ratings	Prediction Ratings	True Positive (TP) / False Positive (FP)
4	3	TP ∈ {3,4,5}
5	3	TP ∈ {3,4,5}
2	1	TP ∈ {1,2}
3	1	FP ∈ {1,2}
2	4	FP ∈ {3,4,5}

True Positive ditulis sebagai tp_i and false-positive ditulis sebagai fp_i . The precision dirumuskan sebagai berikut :

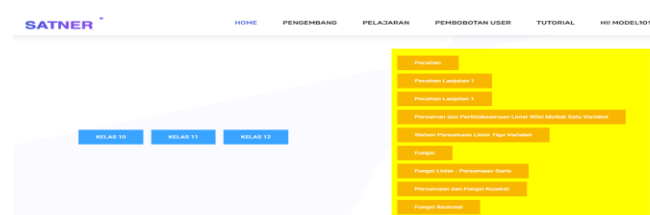
$$p = \frac{\sum_{i=1}^n tp_i}{\sum_{i=1}^n tp_i + \sum_{i=1}^n fp_i}$$


Testing

Sistem siap digunakan pada saat ini, dan banyak tangkapan layar perangkat lunak diperiksa, baik dalam hal uji alfa dan uji alfa. Jika ada bug yang diamati, maka perbaikan bug selesai. Masalah biasanya berkorelasi dengan peningkatan masalah kecil. Tampilan perangkat lunak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 3. Tampilan pertama saat system dijalankan



Gambar 4. Tampilan material pembelajaran di tingkat SMA

Demonstration - The fourth stage of the HRSieL Methodology

Sistem ini diuji pada siswa sekolah menengah dan universitas. Untuk siswa SMA, mata pelajaran yang diujikan adalah Algoritma. Sedangkan untuk mahasiswa, mata kuliah yang diujikan adalah Algoritma dan Matematika. Rincian demonstrasi, termasuk lokasi, jumlah peserta, dan tingkat pendidikan dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Participant in System Demonstration

No	Location	Participants	Education Level
1	Universitas Nasional PASIM	66	University
2	SMA Cianjur	17	Senior High School level 10
3	SMA di Lampung	8	Senior High School level 12

Dalam demonstrasi ini sistem diujicobakan oleh peserta, mulai dari proses pendaftaran, login, melaksanakan proses pembelajaran, proses evaluasi, dan pemberian skor oleh peserta terhadap materi pelajaran yang telah diikutinya. Contoh sistem interface pada layar monitor ditunjukkan ada Gambar 6, dan Gambar 7.

Gambar 5. Tampilan materi yang telah dipilih siswa



Gambar 6. Tampilan evaluasi kemampuan siswa terhadap materi yang telah diberikan



Gambar 7. User filling in learning ratings after learning is carried out

USER RECOMMENDATION FOR "0FK9MGNRNM"		
iduser	namaLengkap	NamaSubmateri
0FK9MGNRNM	user2	Function
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 11 Percabangan
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 1: Algoritma
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 4 Struktur Dasar Algoritma Bagian 1
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 6: Tipe Data Bagian 1
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 9: Nilai

iduser	namaLengkap	NamaSubmateri	KodeMateri
0FK9MGNRNM	user2	Function	13
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 11 Percabangan	11
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 1: Algoritma	5
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 4 Struktur Dasar Algoritma Bagian 1	7
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 6: Tipe Data Bagian 1	9
0FK9MGNRNM	user2	Lesson 9: Nilai	10

iduser	namaLengkap	NamaSubmateri
doPd8T8TCK	Tik Andini	Function
doPd8T8TCK	Tik Andini	Lesson 11 Percabangan
doPd8T8TCK	Tik Andini	Lesson 11: Pengulangan
doPd8T8TCK	Tik Andini	Lesson 1: Algoritma
doPd8T8TCK	Tik Andini	Lesson 4 Struktur Dasar Algoritma Bagian 1
doPd8T8TCK	Tik Andini	Lesson 6: Tipe Data Bagian 1
doPd8T8TCK	Tik Andini	Lesson 9: Nilai

Figure 8. Learning recommendation feature for learning participants

Seperti terlihat pada Gambar 9, hal tersebut berkorelasi dengan hasil penilaian peserta yang dihasilkan oleh sistem pencatatan.

Evaluation - stage ke lima dari HRSieL Methodology

Berdasarkan hasil pembelajaran yang telah diujicobakan, 65 dari 91 peserta menyelesaikan proses hingga tahap rekomendasi. Rating yang diberikan oleh peserta ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Partisipan dan rating rekomendasi

Jumlah Peserta	Komplit	Rating					
		0	1	2	3	4	5
91	65	10%	3.3%	3.3%	13%	36.67%	33.3%

Tabel 5 memberikan perbandingan akurasi hasil demonstrasi untuk skor entri pengguna relatif terhadap prediksi peringkat yang disarankan. Pengujian dilakukan secara kolektif filtering dengan memasukkan teknik K-NN untuk meningkatkan efisiensi rekomendasi [4]. Dapat dilihat pada tabel bahwa 33% terjadi tanpa rekomendasi melalui sistem, 48% merekomendasikan penyaringan kolaboratif, dan sebanyak 64% merekomendasikan penyaringan kolaboratif dengan K-NN.

No	Method	Precision
1	Without Recommendation	33%
2	Collaborative Filtering Recommendations	48%
3	Collaborative Filtering Recommendations with K-NN	64%

Tabel 5. Hasil Eksperimen

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan metode K-NN dapat meningkatkan ketepatan rekomendasi. Proses tersebut dilakukan oleh sistem melalui metode K-NN untuk menentukan cluster rekomendasi yang dilakukan secara random.

Communication - The sixth stage of the HRSieL Method

Beberapa bagian dari penelitian ini telah diterbitkan dengan fokus pada diskusi tentang hubungan antara materi pelajaran, penggunaan pembelajaran mesin untuk mengukur ketepatan format penulisan [19], Teknik Pooling untuk menentukan prediksi peringkat, dan penggunaan metode prediksi untuk melengkapi penilaian siswa [20].

Kesimpulan

Penggunaan Pendekatan Analisis Ilmu Desain dalam Metode Hybrid Recommender System dalam e-Learning telah dieksplorasi dalam makalah ini. Rekomendasi hibrid yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sintesis dari banyak metode kerangka rekomendasi yang telah digunakan di berbagai bidang lain, termasuk penerapan algoritma K-NN, pembelajaran mesin, dan kecerdasan buatan. Dari penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa kerangka rekomendasi yang diterapkan melalui metode Design Science Testing Methodology dapat meningkatkan kepuasan belajar melalui media e-learning, yang ditunjukkan dengan hasil akurasi rekomendasi pembelajaran yang diujikan. Teknik ini dapat dikembangkan dengan memperdalam konten Data Mining, serta menggunakan kemampuan yang berbeda dari kecerdasan buatan lainnya.

Referensi :

- [1] Y. Madani, M. Erritali, J. Bengourram, and F. Sailhan, "Social collaborative filtering approach for recommending courses in an E-learning platform," in *Procedia Computer Science*, 2019, vol. 151, pp. 1164–1169, doi: 10.1016/j.procs.2019.04.166.
- [2] M. F. Aljunid and M. Dh, "An Efficient Deep Learning Approach for Collaborative Filtering Recommender System," in *Procedia Computer Science*, Jan. 2020, vol. 171, pp. 829–836, doi: 10.1016/j.procs.2020.04.090.
- [3] R. Taufiq, M. Baharun, B. Sunaryo, B. Pudjoatmodjo, and W. M. Utomo, "Indonesia: Covid-19 and E-Learning in Student Attendance Method," *SciTech Framew.*, vol. 2, no. 1, pp. 12–22, 2020.
- [4] C. C. Aggarwal, "Ensemble-Based and Hybrid Recommender Systems," in *Recommender Systems*, Springer International Publishing, 2016, pp. 199–224.
- [5] K. Peffers *et al.*, "The Design Science Research Process: A Model for Producing and Presenting Information Systems Research," *DESRIST Int. Conf. Des. Sci. Res. Inf. Syst. Technol. Claremont, CA, USA, Febr. 24-25, 2006*, pp. 83–106, 2006.
- [6] W. Mengist, T. Soromessa, and G. Legese, "Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research," *MethodsX*, vol. 7, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.mex.2019.100777.
- [7] ScienceDirect, "26 Search Results - Keywords(recommender system e-learning 'Design Science Research Methodology') - ScienceDirect," *sciencedirect.com*, 2020. .
- [8] H. Y. Kao, M. C. Yu, M. Masud, W. H. Wu, L. J. Chen, and Y. C. J. Wu, "Design and evaluation of hospital-based business intelligence system (HBIS): A foundation for design science research methodology," *Comput. Human Behav.*, vol. 62, pp. 495–505, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2016.04.021.
- [9] C. Djellali and M. adda, "A New Hybrid Deep Learning Model based-Recommender System using Artificial Neural Network and Hidden Markov Model," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 175, pp. 214–220, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.07.032.
- [10] Q. Shambour, "A deep learning based algorithm for multi-criteria recommender systems," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 211, p. 106545, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.knosys.2020.106545.
- [11] J. K. Tarus, Z. Niu, and A. Yousif, "A hybrid knowledge-based recommender system for e-learning based on ontology and sequential pattern mining," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 72, pp. 37–48,

2017, doi: 10.1016/j.future.2017.02.049.

2019, doi: 10.33481/INFOMANS.V13I1.9.

- [12] Kiran R, P. Kumara, and B. Bhasker, "DNNRec: A novel deep learning based hybrid recommender system," *Expert Syst. Appl.*, vol. 144, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.113054>.
- [13] J. Guo, J. Deng, and Y. Wang, "An intuitionistic fuzzy set based hybrid similarity model for recommender system," *Expert Syst. with Appl.*, vol. 135, pp. 153–163, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.06.008>.
- [14] M. Riyahi and M. K. Sohrabi, "Providing effective recommendations in discussion groups using a new hybrid recommender system based on implicit ratings and semantic similarity," *Electron. Commer. Res. Appl.*, vol. 40, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2020.100938>.
- [15] B. Walek and V. Fojtik, "A hybrid recommender system for recommending relevant movies using an expert system," *Expert Syst. Appl.*, vol. 158, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113452>.
- [16] S. Benhamdi, A. Babouri, and R. Chiky, "Personalized recommender system for e-Learning environment," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 22, no. 4, pp. 1455–1477, 2017, doi: 10.1007/s10639-016-9504-y.
- [17] C. C. Aggarwal, *Recommender Systems*. 2016.
- [18] J. K. Tarus, Z. Niu, and D. Kalui, "A hybrid recommender system for e-learning based on context awareness and sequential pattern mining," *Soft Comput.*, vol. 22, no. 8, pp. 2449–2461, 2018, doi: 10.1007/s00500-017-2720-6.
- [19] E. T. S. Putro, "Pendeteksi Kesesuaian Format Laporan Skripsi dengan Panduan Penulisan menggunakan Machine Learning," *Nuansa Inform.*, vol. 13, no. 1, Jan. 2019, doi: 10.25134/nuansa.v13i1.1642.
- [20] E. T. S. Putro, "Linking Content Education sebagai Navigasi pada On Line Learning System," *Infoman's J. Ilmu-ilmu Manaj. dan Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 26–31, May