

Akurasi Prediksi Nilai Mahasiswa menggunakan Informasi Kontekstual pada Personalisasi Sistem Rekomendasi

Lena¹, Riyan Leandros², Dina Fitria Murad³

^{1,2,3}Information Systems, BINUS Online Learning, Bina Nusantara University, Jakarta, 11480

dmurad@binus.edu^{1,2,3}

Abstrak

Pembelajaran online, terutama di pendidikan tinggi, semakin mendapat perhatian di banyak negara dalam sepuluh tahun terakhir karena memberikan beberapa keuntungan bagi pelajar termasuk fleksibilitas pembelajaran ruang dan waktu. Keterlibatan siswa dalam pembelajaran online memiliki faktor penting bagi siswa untuk menyelesaikan program studinya dan mencapai tujuan pembelajaran yang direncanakan. Tidak seperti pembelajaran di kelas, pembelajaran online tidak menyediakan sumber daya seperti instruktur untuk mempertahankan keterlibatan siswa tetapi Sistem Manajemen Pembelajaran (LMS). Salah satu pendekatan untuk meningkatkan keterlibatan siswa adalah dengan mempersonalisasi materi pembelajaran yang dikelola secara otomatis oleh LMS. Paper ini menyajikan hasil eksperimen sistem rekomendasi context-aware yang tertanam di LMS untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran online dengan mempersonalisasi materi pembelajaran yang direkomendasikan kepada siswa yang ditargetkan. Metode Penelitian menggunakan metode user collaborative filtering dengan pendekatan K-Nearest Neighbor (KNN) terkait prediksi nilai mahasiswa dengan menambahkan fitur informasi kontekstual. Hasil Penelitian ini membuktikan bahwa metode KNN dengan $k=3$ memiliki akurasi hasil prediksi mencapai 85%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa informasi kontekstual sebagai fitur tambahan pada profil siswa meningkatkan korelasi antara nilai aktual dan nilai prediksi menggunakan user collaborative filtering.

Kata kunci: user collaborative filtering, KNN, informasi kontekstual

A. Pendahuluan

Keberhasilan implementasi sistem rekomendasi dibidang *e-commerce* telah menarik minat para peneliti untuk mengaplikasikan sistem rekomendasi dibidang *e-learning* (Liu & Shih, 2008) (Kerkiri et al., 2007) (Chen et al., 2005). Salah satu dasar penggunaan sistem rekomendasi di bidang pendidikan adalah teori pembelajaran sosial (Chournazidis, 2013) yang menyatakan bahwa seseorang bisa belajar dengan mengamati perilaku orang lain dan hasilnya cenderung mempengaruhi perilaku orang tersebut (mahasiswa). Meskipun demikian, sebuah sistem rekomendasi dibidang *online learning* merupakan sebuah sistem rekomendasi yang bersifat *domain specific* karena memiliki kebutuhan khusus yaitu item yang direkomendasikan harus sesuai dengan urutan materi dari program pembelajaran sasaran rekomendasi (target user). Rekomendasi harus mempertimbangkan informasi kontekstual dari sasaran rekomendasi antara lain program pendidikan yang sedang diambil, silabus mata kuliah, dan capaian pembelajaran (hasil evaluasi pembelajaran).

Dengan demikian, sistem rekomendasi dibidang *online learning* harus mampu memberikan rekomendasi yang bersifat personalisasi. Hal ini sesuai dengan penelitian (Thai-Nghe et al., 2011) dan Nanopulos et al. (2015) yang menyimpulkan bahwa “bahkan untuk peserta didik dengan minat dan selera yang sama sekalipun, perlu direkomendasikan berbagai kegiatan belajar, tergantung pada tingkat kemahiran masing-masing, tujuan pembelajaran dan konteks. Misalnya, mahasiswa yang tidak memiliki pengetahuan sebelumnya dalam domain tertentu harus disarankan untuk mempelajari materi pembelajaran dasar terlebih dahulu, di mana mahasiswa yang lebih maju harus disarankan untuk melanjutkan dengan materi yang lebih spesifik (Klašnja-mili, 2015). Taghipou., et.all menyatakan bahwa pengguna juga dapat digambarkan oleh pola perilaku mereka, seperti pola penjelajahan situs (dalam sistem rekomendasi berbasis Web) (Taghipour et al., 2007), atau pola pencarian perjalanan (dalam sistem rekomendasi perjalanan) (Mahmood & Ricci, 2009). Selain itu, data pengguna dapat mencakup hubungan antar pengguna seperti tingkat kepercayaan antara sesama pengguna (Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, 2011). Sistem rekomendasi menggunakan informasi ini untuk merekomendasikan item kepada pengguna yang sebelumnya dan disukai oleh pengguna yang serupa atau terpercaya (secara pola pembelian mengikuti pengguna sebelumnya).

Secara umum, sistem rekomendasi dapat dikelompokkan kedalam 4 (empat) kelompok sebagai berikut (Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, 2011): (1) collaborative filtering, (2) content-based, (3) hybrid, dan (4) context-aware.

Tujuan pemberian rekomendasi adalah memberikan rekomendasi berdasarkan sumber belajar yang mirip dengan melihat item (misalnya konteks pembelajaran saat ini) dan membimbing mahasiswa dalam memilih sumber belajar yang baik untuk meningkatkan proses pembelajaran mereka.

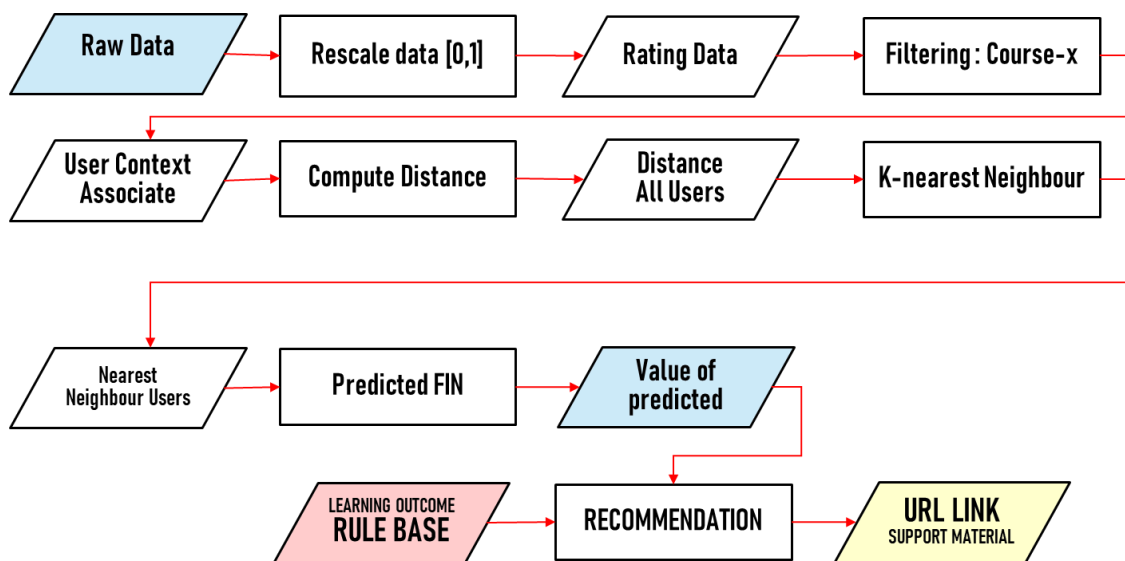
Sebuah *recommender system* adalah sebuah sistem berbasis komputer yang dirancang untuk memberikan rekomendasi kepada pemakainya. Di dalam konteks pembelajaran online, sebuah *recommender system* adalah sebuah sistem yang dirancang untuk memberikan rekomendasi yang cerdas kepada mahasiswa mengenai langkah/proses yang harus dilakukan, bahan bacaan atau latihan, atau sumber informasi yang berkaitan dengan topik/mata kuliah didasarkan kepada pilihan yang telah dilakukan oleh peserta pembelajaran sebelumnya (Za, 2002). Di dalam memberikan rekomendasi kepada mahasiswa, sebuah *recommender system* menggunakan model statistika yang ditraining secara *supervised* dengan algoritma pembelajaran berdasarkan input dari mahasiswa sebelumnya.

Sementara itu, di penelitian ini, sistem rekomendasi diberikan berdasarkan persentase hasil prediksi. Beberapa metode yang sudah digunakan peneliti sebelumnya adalah NLP (Vijay et al., 2018), collaborative filtering methods (Rechkoski et al., 2018)(Nie et al., 2020), dan KNN (Bag et al., 2019) (Yousafzai et al., 2020). KNN merupakan algoritma klasifikasi yang paling sederhana dalam mengklasifikasikan sebuah gambar kedalam sebuah label. Metode ini mudah dipahami dibandingkan metode lain karena mengklasifikasikan berdasarkan jarak terdekat dengan objek lain (tetangga). Sehingga yang menjadi *research question* di dalam penelitian ini adalah,

seberapa tinggi akurasi hasil prediksi nilai mahasiswa menggunakan metode KNN pada *user collaborative filtering*?

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode KNN pada *user collaborative filtering*. Pemilihan *user collaborative filtering* dilakukan berdasarkan beberapa peneliti sebelumnya yang berhasil mendapatkan hasil prediksi terbaik menggunakan *user collaborative filtering* (Song et al., 2017)(Murad, Hassan, et al., 2020)(Murad, Heryadi, et al., 2020)(Sheehan & Park, 2012). Adapun model Penelitian yang dilakukan mengacu kepada gambar 1.



Gambar 1. Model Penelitian

C. Hasil dan Pembahasan

Tahapan Penelitian yang dilakukan berdasarkan gambar 1 menggunakan dataset penelitian dengan data dummy pembelajaran di BINUS Online Learning jurusan Sistem Informasi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Dataset dinormalkan sehingga semua data memiliki atribut dan range penilaian yang sama
2. Data di scaling menjadi [0,1]
3. Data yang di scale kemudian di rating kemudian di filter
4. Menggunakan *user context associate* terkait penggunaan informasi kontekstual
5. Kemudian dihitung kedekatan jarak antar user dan untuk semua user
6. Menggunakan metode KNN untuk k=3 dan 5 untuk melakukan prediksi nilai
7. Menggunakan rule base (Tabel 1) kemudian hasil prediksi dijadikan sebagai dasar pemberian rekomendasi.

Tabel 1.
Rule base sistem rekomendasi

Boundary Values of predicted	Set of Learning Outcome
$F < 10$	LO1-The system analysis and information system development, LO1-Requirement determination, LO1-Use-case analysis, LO2-Process modeling, LO2-Data modeling, LO2-The design phase, design strategy, and architecture design, LO3-Program design, LO3-Data storage design, and LO3-Moving into implementation.
$10 \leq F < 20$	LO1-Requirement determination, LO1-Use-case analysis, LO2-Process modeling, LO2-Data modeling, LO2-The design phase, design strategy, and architecture design, LO3-Program design, LO3-Data storage design, and LO3-Moving into implementation.
$20 \leq F < 30$	LO1-Use-case analysis, LO2-Process modeling, LO2-Data modeling, LO2-The design phase, design strategy, and architecture design, LO3-Program design, LO3-Data storage design, and LO3-Moving into implementation.
$30 \leq F < 40$	LO2-Process modeling, LO2-Data modeling, LO2-The design phase, design strategy, and architecture design, LO3-Program design, LO3-Data storage design, and LO3-Moving into implementation.
$40 \leq F < 50$	LO2-Data modeling, LO2-The design phase, design strategy, and architecture design.
$50 \leq F < 60$	LO2-The design phase, design strategy, and architecture design.
$60 \leq F < 70$	LO3-Program design, LO3-Data storage design, and LO3-Moving into implementation.
$70 \leq F < 80$	LO3-Data storage design, and LO3-Moving into implementation.
$80 \leq F < 90$	LO3-Moving into implementation.

Kinerja sistem rekomendasi yang diusulkan diukur guna mengetahui penyimpangan skor FIN matakuliah yang diprediksi dengan skor FIN yang sebenarnya menggunakan Mean Square Error (MSE).

$$MSE = \frac{\sum_i (p_{u,i} - r_{u,i})^2}{n} \quad (1)$$

Hasil prediksi FIN di menggunakan algoritma k-Nearest Neighbor sebagai dasar untuk menghitung tetangga terdekat (dengan k = 3) dan jarak Euclidian sebagai fungsi jarak menghasilkan hasil prediksi terlihat pada tabel 2 berikut ini.

```

STUDENT NAME : 1801436165_MUHAMMAD ALIY ZULFANNY
COURSE       : M0124_ADVANCED INFORMATION SYSTEMS ANALYSIS AND DESIGN
k-VALUE      : 3
    
```

WEIGHT	GRADES AS MULTI-CRITERIA (RATING) WITH CONTEXT							3 NEAREST NEIGHBORS
	[ATT	FIN	FOD	PAS1	PAS2	QIZ1	QIZ2]	
1.65e-01	0.00	80.00	95.00	90.00	95.00	0.00	0.00	1801442092_ROBBY HISKIA GINTING
1.62e-01	0.00	92.00	100.00	80.00	100.00	0.00	0.00	1901572400_IKHWANUL HUDA
1.60e-01	0.00	75.00	80.00	85.00	75.00	0.00	0.00	1801451260_AFRİYANTHI HERBAWAL
TOT. WEIGHT*GRADE	0.00	40.13	44.70	41.43	43.90	0.00	0.00	
TOT. WEIGHT	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	
PREDICTED GRADE	0.00	82.36	91.75	85.03	90.11	0.00	0.00	

NOTE: WEIGHT = 1/EUCLEDIAN_DISTANCE

THE RECOMMENDED STUDY MATERIALS ARE:

- 1) LO3-Data Storage Design https://learning.oreilly.com/library/view/system-analysis-and/9781118057629/20_chap11.html
- 2) LO3-Moving Into Implementation https://learning.oreilly.com/library/view/system-analysis-and/9781118057629/22_chap12.html

Gambar 2. Hasil prediksi dengan k=3

Sementara itu, untuk $k=5$ menghasilkan hasil prediksi mengacu pada gambar 3 dibawah ini

```

STUDENT NAME : 1801436165_MUHAMMAD ALIY ZULFANNY
COURSE       : M0124_ADVANCED INFORMATION SYSTEMS ANALYSIS AND DESIGN
k-VALUE      : 5
=====
=
WEIGHT          GRADES AS MULTI-CRITERIA (RATING) WITH CONTEXT          5 NEAREST NEIGHBORS
                [ATT    FIN    FOD    PAS1    PAS2    QIZ1    QIZ2]
=====
=
1.65e-01        0.00    80.00    95.00    90.00    95.00    0.00    0.00    1801442092_ROBBY HISKIA GINTING
1.62e-01        0.00    92.00    100.00   80.00    100.00   0.00    0.00    1901572400_IKHWANUL HUDA
1.60e-01        0.00    75.00    80.00    85.00    75.00    0.00    0.00    1801451260_AFRIYANTHI HERBAWAL
1.56e-01        0.00    78.00    50.00    85.00    95.00    0.00    0.00    1801438662_SILFITRIA NINGSIH
1.53e-01        0.00    81.00    60.00    0.00    90.00    0.00    0.00    1801437565_AGUNG DWI WICAKSONO
=====
=
TOT. WEIGHT*GRADE  0.00    64.63    61.64    54.65    72.43    0.00    0.00
TOT. WEIGHT        0.80    0.80    0.80    0.80    0.80    0.80    0.80
PREDICTED GRADE   [ATT    FIN    FOD    PAS1    PAS2    QIZ1    QIZ2]
                   0.00    81.24    77.49    68.70    91.05    0.00    0.00
=====
=
NOTE: WEIGHT = 1/EUCLEDIAN_DISTANCE

THE RECOMMENDED STUDY MATERIALS ARE:
1) L03-Data Storage Design https://learning.oreilly.com/library/view/system-analysis-and/9781118057629/20\_chap11.html
2) L03-Moving Into Implementation https://learning.oreilly.com/library/view/system-analysis-and/9781118057629/22\_chap12.html
    
```

Gambar 3. Hasil prediksi dengan $k=5$

D. Kesimpulan

Meskipun perbedaannya tidak signifikan dalam hal prediksi variasi output pembelajaran, sistem pemberi rekomendasi dengan informasi kontekstual sebagai fitur tambahan memberikan beberapa keuntungan bagi manajemen pembelajaran online. sehingga dapat disimpulkan:

1. Prediksi nilai FIN menggunakan context dan tanpa menggunakan contex, tidak mengalami perbedaan yang signifikan, namun terdapat selisih yang masih dalam range nilai yang sama.
2. Penggunaan context dapat memprediksi nilai FIN untuk mahasiswa yang belum memiliki riwayat pembelajaran (nilai awal = 0 atau belum menempuh matakuliah)
3. Output Nilai Prediksi yang diperoleh akan menjadi data training pada tahap berikutnya untuk membuat model RECSYS

Daftar Pustaka

- Bag, S., Ghadge, A., & Tiwari, M. K. (2019). An integrated recommender system for improved accuracy and aggregatediversity. *Computers & Industrial Engineering*, 130, 187–197. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.028>
- Chen, C. M., Lee, H. M., & Chen, Y. H. (2005). Personalized e-learning system using Item Response Theory. *Computers and Education*, 44(3), 237–255. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.01.006>
- Chournazidis, A. J. (2013). Functionality and Feasibility of Knowledge Management in Enterprises. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 73, 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.02.059>
- Kerkiri, T., Manitsaris, A., & Mavridou, A. (2007). Reputation metadata for recommending

- personalised e-learning resources. *SMAP07 - Second International Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization*, 110–115.
<https://doi.org/10.1109/SMAP.2007.4414396>
- Klašnja-mili, A. (2015). *Recommender systems in e-learning environments : a survey of the state-of-the-art and possible extensions*. <https://doi.org/10.1007/s10462-015-9440-z>
- Liu, F. J., & Shih, B. jiun. (2008). E-learning activity-based material recommendation system. *Interactive Technology and Smart Education*, 4(4), 200–207.
<https://doi.org/10.1108/17415650880001105>
- Mahmood, T., & Ricci, F. (2009). Improving recommender systems with adaptive conversational strategies. *Proceedings of the 20th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia - HT '09, January*, 73. <https://doi.org/10.1145/1557914.1557930>
- Murad, D. F., Hassan, R., Wahi, W., & Wijanarko, B. D. (2020). A User-Item Collaborative Filtering System to Predict Online Learning Outcome. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 5(5), 117–121. <https://doi.org/10.25046/aj050516>
- Murad, D. F., Heryadi, Y., Isa, S. M., & Budiharto, W. (2020). Personalization of Study Material based on Predicted Final Grades using Multi-criteria User-collaborative Filtering Recommender System. *Education and Information Technologies*, May(III). <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10238-9>
- Nie, M., Xiong, Z., Zhong, R., Deng, W., & Yang, G. (2020). Career choice prediction based on campus big data-mining the potential behavior of college students. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/APP10082841>
- Rechkoski, L., Ajanovski, V. V., & Mihova, M. (2018). Evaluation of grade prediction using model-based collaborative filtering methods. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1096–1103. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363352>
- Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2011). Introduction to Recommender Systems Handbook. *In Recommender Systems Handbook*, Springer, Boston, MA, 1–35. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-85820-3>
- Sheehan, M., & Park, Y. (2012). pGPA: A personalized grade prediction tool to aid student success. *RecSys'12 - Proceedings of the 6th ACM Conference on Recommender Systems*, 309–310. <https://doi.org/10.1145/2365952.2366027>
- Song, Y., Ji, W., & Liu, S. (2017). Research on personalized hybrid recommendation system. *IEEE CITS 2017 - 2017 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems*, 133–137. <https://doi.org/10.1109/CITS.2017.8035321>
- Taghipour, N., Kardan, A., & Ghidary, S. (2007). Usage-based web recommendations: a reinforcement learning approach. ... of the 2007 ACM Conference on ..., 113–120. <https://doi.org/10.1145/1297231.1297250>
- Thai-Nghe, N., Drumond, L., Horváth, T., Nanopoulos, A., & Schmidt-Thieme, L. (2011). Matrix and Tensor Factorization for Predicting Student Performance. *Undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Matrix-and-Tensor-Factorization-for-Predicting-Thai-Nghe-Drumond/7b8023dbac03bff5bd283ab1b5929ec4cbdf77b7>
- Vijay, D., Bohra, A., Singh, V., Akhtar, S. S., & Shrivastava, M. (2018). *Corpus Creation and Emotion Prediction for Hindi-English Code-Mixed Social Media Text*. 128–135. <https://doi.org/10.18653/v1/n18-4018>
- Yousafzai, B. K., Hayat, M., & Afzal, S. (2020). Application of machine learning and data mining in predicting the performance of intermediate and secondary education level student. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10189-1>
- Za, O. R. (2002). *Building a Recommender Agent for e-Learning Systems*.