

PEMODELAN SISTEM REKOMENDASI CERDAS MENGUNAKAN HYBRID DEEP LEARNING

Kadek Cahya Dewi¹⁾, Putu Indah Ciptayani²⁾

¹Administrasi Niaga, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, 80361

²Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, 80361

e-mail: cahyadewi@pnb.ac.id¹⁾, putuindah@pnb.ac.id²⁾

ABSTRAK

Trend perkembangan teknologi saat ini adalah mengarah ke sistem cerdas. Namun saat ini belum ada yang menggabungkan dua metode deep learning pada algoritma rekomendasi, sehingga penting untuk melakukan pemodelan sistem rekomendasi cerdas menggunakan hybrid deep learning. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model hybrid deep learning yang optimal pada sistem rekomendasi cerdas. Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian eksperimen. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, penelusuran online dan pencatatan dataset. Tahapan penelitian terdiri dari: (a) literature review, (b) observasi dan pencarian online, (c) modeling (d) prototyping dan (e) testing. Model yang dihasilkan merupakan model hybrid deep learning yang terdiri dari dua layer yaitu layer Self Organizing Map (SOM) dan layer Recurrent Neural Network (RNN). Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python pada tahap pembuatan prototipe. Beberapa modul library dalam python yang digunakan antara lain numpy, pandas, tensorflow, hard, torch, sklearn. Program diuji dengan dataset dari kaggle.com. Hasil pengujian berhasil meningkatkan kinerja dengan meningkatkan akurasi hingga 100%. Dapat disimpulkan bahwa model SOM-RNN dapat meningkatkan kinerja sistem rekomendasi cerdas.

Kata Kunci: Deep Learning, Hybrid Deep Learning, Intelligent Recommendation Systems, Recommendation Systems

ABSTRACT

The current trend of technological development is intelligent systems. However, there is no research that combines the two deep learning methods on recommendation algorithms. It is important to model intelligent recommendation systems using hybrid deep learning. This study aimed to obtain an optimal hybrid deep learning model on an intelligent recommendation system. This study used an experimental research approach. Data collection techniques included observation, online search and record datasets. The research stages consisted of: (a) literature review, (b) observation and online search, (c) modeling (d) prototyping and (e) testing. The model was a hybrid deep learning model consisting of two layers, namely the Self Organizing Map (SOM) layer and the Recurrent Neural Network (RNN) layer. This research used the Python programming language in the prototyping stage. Some libraries modules in python namely numpy, pandas, tensorflow, hard, torch, sklearn were used. Program tested with dataset from kaggle.com. The test results managed to improve performance by increasing the accuracy to 100%. It can be concluded that the SOM-RNN model can improve the performance of the intelligent recommendation system.

Keywords: Deep Learning, Hybrid Deep Learning, Intelligent Recommendation Systems, Recommendation Systems

I. PENDAHULUAN

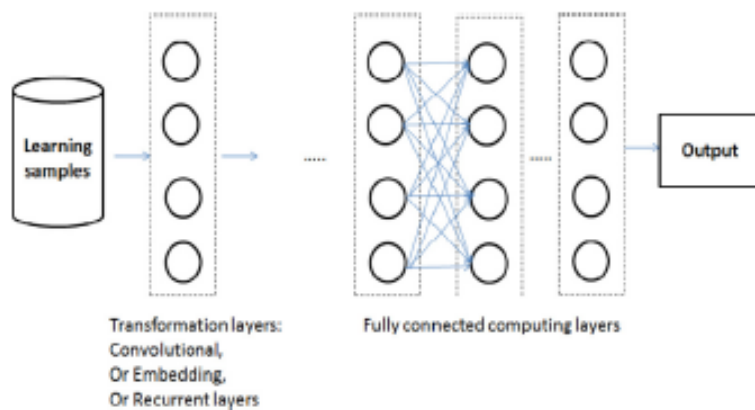
Pada ini masyarakat menggunakan sistem rekomendasi dalam kehidupan sehari-hari diantaranya untuk online shopping, membaca artikel, menonton film, atau memilih musik. Sistem rekomendasi produk dapat mempengaruhi preferensi konsumen, perilaku pembelian, user experiences, dan penjualan (Zhang & Bockstedt, 2020), (Wu & Ye, 2020), (Turkut, Tuncer, Savran & Yilmaz, 2020). Sistem rekomendasi biasanya menggunakan predicting ratings atau mengembangkan daftar ranking produk untuk tiap pengguna.

Secara umum ada tiga tipe sistem rekomendasi yaitu Content-based (CB) recommendation, Collaborative Filtering (CF), dan Hybrid models (Benabderrahmane, Mellouli & Lamolle, 2018), (Wang, Zhang, Xue, Lu & Na, 2019). Content-based dan collaborative filtering recommendation systems telah berkembang dalam sepuluh tahun terakhir. Hybrid model merupakan kolaborasi dari CB dan CF model. Hybrid model dalam sistem rekomendasi dikembangkan dengan tujuan optimasi hasil rekomendasi. Beberapa algoritma dalam kecerdasan buatan dapat diaplikasikan dan dikombinasi untuk menghasilkan model sistem rekomendasi yang optimal.

Algoritma clustering dapat diaplikasikan pada content-based recommendation. Clustering berupaya mengelompokkan titik data skala besar ke beberapa kategori sesuai dengan atributnya. Berbagai algoritma clustering tradisional telah diimplementasikan diantaranya Gaussian Mixture Model, nearest neighbors, K-means,

mean-shift, graph community detection, dan DBSCAN (Wang, Zhang, Xue, Lu & Na, 2019). Dalam sistem cerdas, algoritma Self Organizing Maps (SOM) dapat digunakan dalam proses clustering untuk memberi rekomendasi produk. Self-Organizing Maps adalah algoritma neural network yang bersifat unsupervised diciptakan oleh Kohonen. SOM banyak digunakan dalam multidimensional clustering data (Dewi & Harjoko, 2010). Sebuah produk dapat direkomendasikan jika berada dalam cluster yang sama.

Collaborative Filtering (CF) diaplikasikan dalam sistem rekomendasi. untuk menemukan pengelompokan hal-hal yang biasanya terjadi secara bersamaan, seperti celana dan ikat pinggang bersamaan dalam analisa keranjang belanja (market-basket analysis). Selain algoritma klasik apriori, algoritma deep learning dapat diaplikasikan dalam pola asosiasi ini. Deep learning merupakan pengembangan dari neural network learning. Deep learning adalah bidang khusus dalam machine learning yang berfokus pada representasi dari data, dan menambahkan successive learning layers untuk meningkatkan representasi dari input data (Benabderrahmane, Mellouli & Lamolle, 2018), (Djellali &Adda,2020). Deep learning secara umum dapat dilihat pada gambar 1. Arsitektur deep neural network dapat digunakan untuk memprediksi atau merekomendasi berbagai hal seperti pada penelitian (Benabderrahmane, Mellouli & Lamolle, 2018), (Jha, Prashar, Long &Taniar, 2020), (Xu, Yang, Han, Wang, Ming and Xiong, 2019). Berdasarkan (Wang, Zhang, Xue, Lu & Na, 2019) dan (Dewi & Harjoko, 2010) penggunaan deep learning dapat membuat performa sistem rekomendasi lebih baik.



Gambar 1 General Model dari Deep Neural Network

Sesuai dengan gambar 1 salah satu transformation layers dapat menggunakan recurrent layers untuk temporal data processing. Recurrent layers dapat diaplikasikan untuk sistem rekomendasi produk pada e-marketplace. Recurrent Neural Network (RNN) adalah metode pada deep learning yang banyak digunakan dalam data sekuensial (Brusaferrria, Matteuccib, Spinellia & Vitali,, 2020). RNN diperkenalkan untuk memodelkan data sekuensial dengan lebih tepat. RNN menggabungkan lapisan berulang, yang memperluas feed-forward layers berisi forward connections ke semua unit dari lapisan berikutnya dan juga siklus yang memberi umpan keluaran unit kembali ke unit itu (Koehn, Lessmann & Schaal, 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan hybrid model sistem rekomendasi dengan berbagai metode. Penelitian (Nilashi, Ibrahim & Ithnin, 2014) menggunakan metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems (ANFIS) dan SOM. Kemudian penelitian (Nilashi, Bagherifard, Rahmani, & Rafe, 2017) untuk industri pariwisata dengan menggunakan kombinasi metode SOM dan Expectation Maximization (EM) untuk clustering kemudian prediksi rekomendasinya menggunakan metode ANFIS and Support Vector Regression (SVR). Penelitian (Xu, Yang, Han, Wang, Ming & Xiong, 2019) menggunakan modified RNN dalam Slanderous User Detection Recommender System. Convolutional RNN juga digunakan pada penelitian (Adiyansjah, Gunawan & Suhartono, 2019) dalam Music Recommender System.

Trend perkembangan teknologi saat ini adalah mengarah ke sistem cerdas. Namun saat ini belum ada yang menggabungkan dua metode deep learning pada algoritma rekomendasi, sehingga penting untuk melakukan pemodelan sistem rekomendasi cerdas menggunakan hybrid deep learning. Ide dasar dari penelitian ini adalah menciptakan model hybrid deep learning pada sistem rekomendasi cerdas dengan mengkombinasi metode clustering SOM dengan metode RNN. Model yang tercipta dibuatkan simulasi yang nantinya dapat dikembangkan ke dalam beberapa aspek keilmuan, seperti e-business, kecerdasan buatan dan data mining. Penelitian sebelumnya belum ada yang menggabungkan kedua metode deep learning neural network (SOM dan RNN) ini dalam sistem rekomendasi.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana model sistem rekomendasi cerdas menggunakan hybrid deep learning sehingga menghasilkan rekomendasi yang optimal?

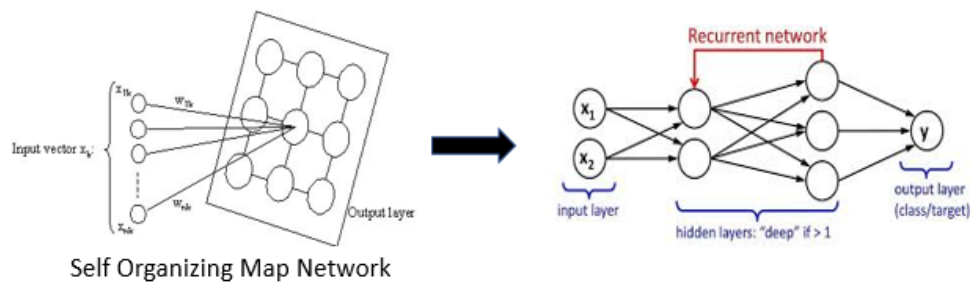
Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan model yang optimal dari sistem rekomendasi cerdas menggunakan hybrid deep learning.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian eksperimental. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini antara lain observasi, penelusuran online dan record dataset. Tahapan penelitian terdiri dari: (a) literature review, (b) observasi dan pencarian online, (c) modeling, (d) prototyping sistem rekomendasi cerdas menggunakan Hybrid Deep learning (Kombinasi Self Organizing Maps dengan Recurrent Neural Network), dan (e) testing yaitu uji coba model dengan mengevaluasi nilai akurasi pada simulasi yang dihasilkan sebagai parameter optimasi.

Pada tahap training dataset, penelitian akan melakukan eksperimen dengan training data menggunakan metode SOM, metode RNN, dan metode hybrid (gabungan SOM dan RNN). Begitu juga pada prototyping baik tahap 1 maupun tahap 2, penelitian ini melakukan eksperimen dengan tiga model metode tersebut sehingga akan didapatkan model sistem rekomendasi cerdas yang optimal.

Gambar 2 menunjukkan rancangan hybrid deep learning yaitu kombinasi SOM dan RNN Network. SOM Input vector adalah hasil dari tahap modeling dataset. Outputnya adalah clusters yang terbentuk berdasarkan SOM training data. Kemudian SOM clusters akan menjadi input pada RNN network.

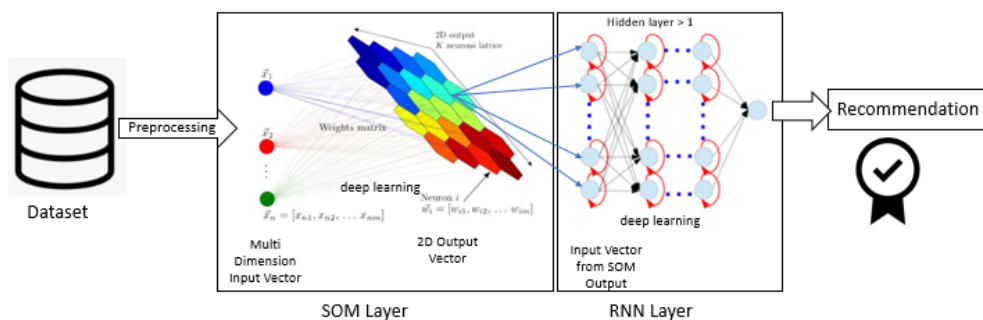


Gambar 2. Rancangan Hybrid Deep Learning

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Modeling

Penelitian ini akan menggunakan public dataset yang terdapat pada www.kaggle.com. Kaggle disebut sebagai komunitas data science terbesar di dunia. Gambar 3 adalah model yang diciptakan dalam penelitian ini berdasarkan hasil analisa dari tahap literature review dan observasi.



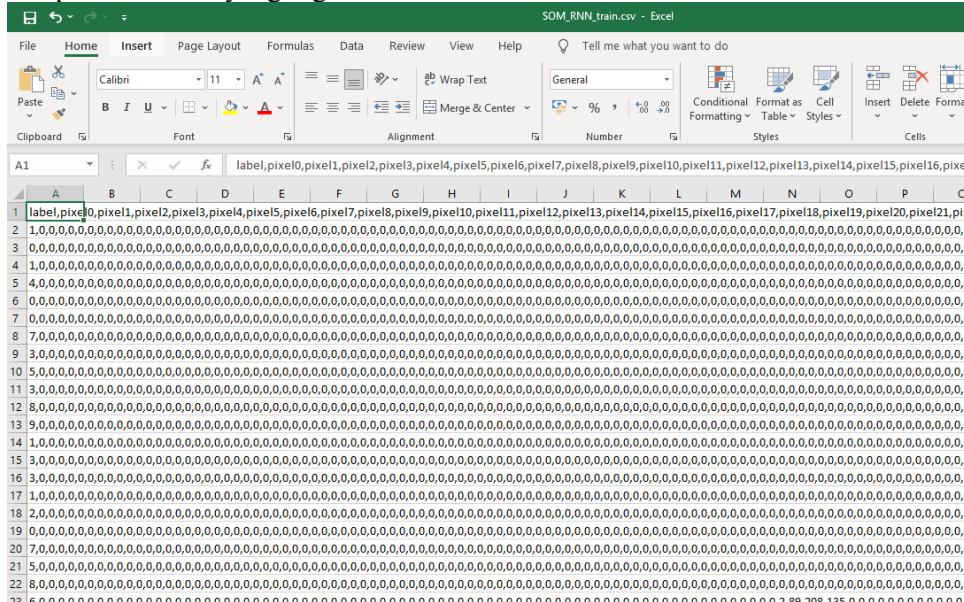
Gambar 3. Proposed Model

Berdasarkan hasil literature review, dataset dari sebuah sistem rekomendasi cerdas dapat berbasis text, image, audio, video atau kombinasinya. Preprocessing dilakukan terlebih dahulu sebelum masuk ke layer hybrid deep learning. Hybrid deep learning terdiri dari dua layer yaitu layer Self Organing Map (SOM) dan layer Recurrent Neural Network (RNN). SOM layer akan memetakan multidimensional input vector kedalam 2D output

vector. Kemudian SOM output vector tersebut akan menjadi input vector bagi RNN layer. RNN layer kemudian menghasilkan output sebagai rekomendasi sesuai dengan hasil deep learning pada RNN layer.

3.2 Prototyping

Penelitian ini menggunakan dataset public yang didapat dari <https://www.kaggle.com/> tepatnya dataset milik akun DATAI. Dataset yang digunakan berupa file .csv terdiri dari kolom label dan kolom fitur 784 dimensi. Gambar 4 adalah cuplikan dataset yang digunakan.



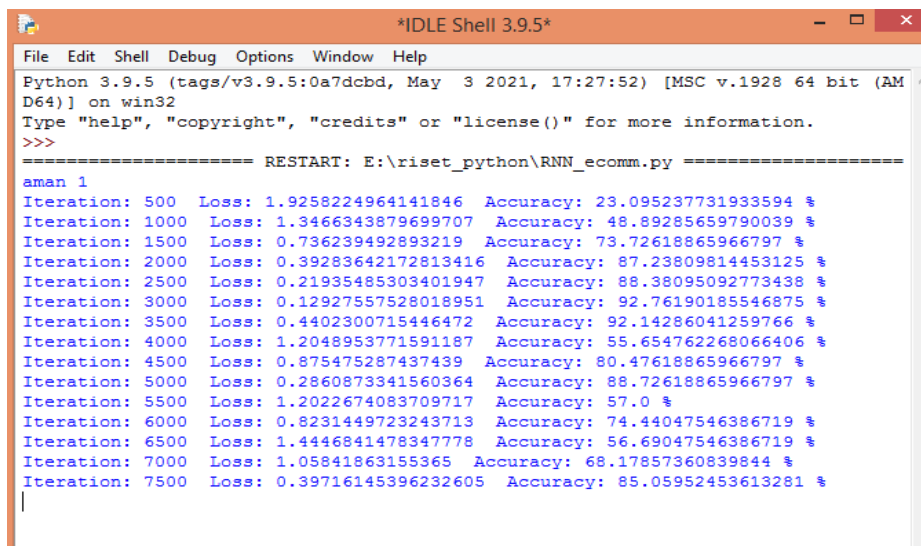
Gambar 4. Dataset

Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python dalam tahap prototyping. Beberapa modul library pada python yang digunakan adalah modul numpy, pandas, matplotlib, tensorflow, keras, torch, sklearn. Libraries ini sangat membantu dalam proses prototyping.

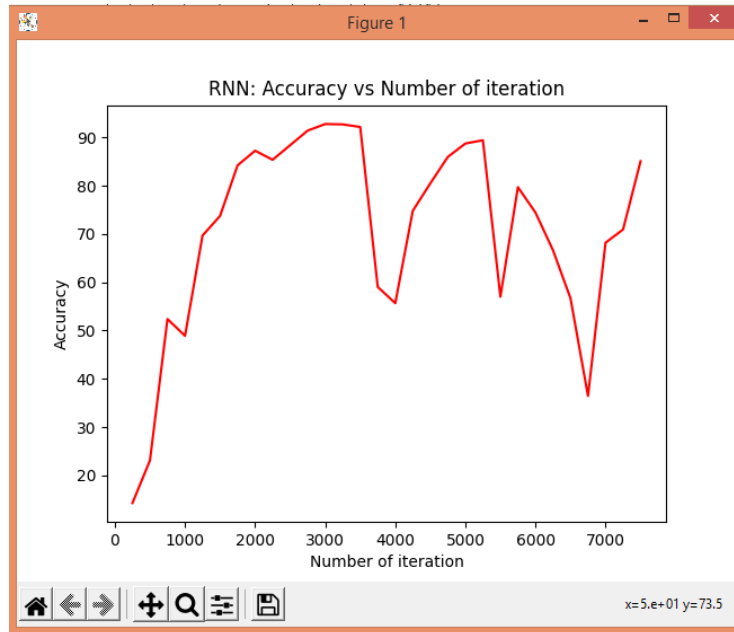
Langkah – langkah dalam algoritma model hybrid deep learning SOM-RNN adalah sbb: (1) import libraries, (2) prepare dataset, (3) create SOM model, (4) create RNN model, (5) instantiate model, (6) instantiate loss, (7) instantiate optimizer dengan SGD optimizer, (8) training the model, (9) prediction, dan (10) visualization.

3.3 Uji Coba Model

Program diuji dengan dataset dari kaggle.com. Uji coba dilakukan dengan membandingkan akurasi dari model RNN dengan model SOM-RNN. Pertama-tama uji coba dilakukan pada model RNN. Akurasi yang dihasilkan model RNN pada iterasi ke 7500 adalah 85, 06% sesuai dengan Gambar 5. Gambar 6 mendeskripsikan grafik akurasi dari iterasi 0 sampai 7500.



Gambar 5. Uji Coba Model RNN



Gambar 6. Grafik Accuracy Model RNN

Selanjutnya adalah uji coba pada model SOM-RNN yaitu model hybrid deep learning yang disimulasikan pada penelitian ini. Akurasi model SOM-RNN mencapai 100%, seperti pada Gambar 7. Grafik pada Gambar 8 menunjukkan grafik akurasi pada tiap iterasi.

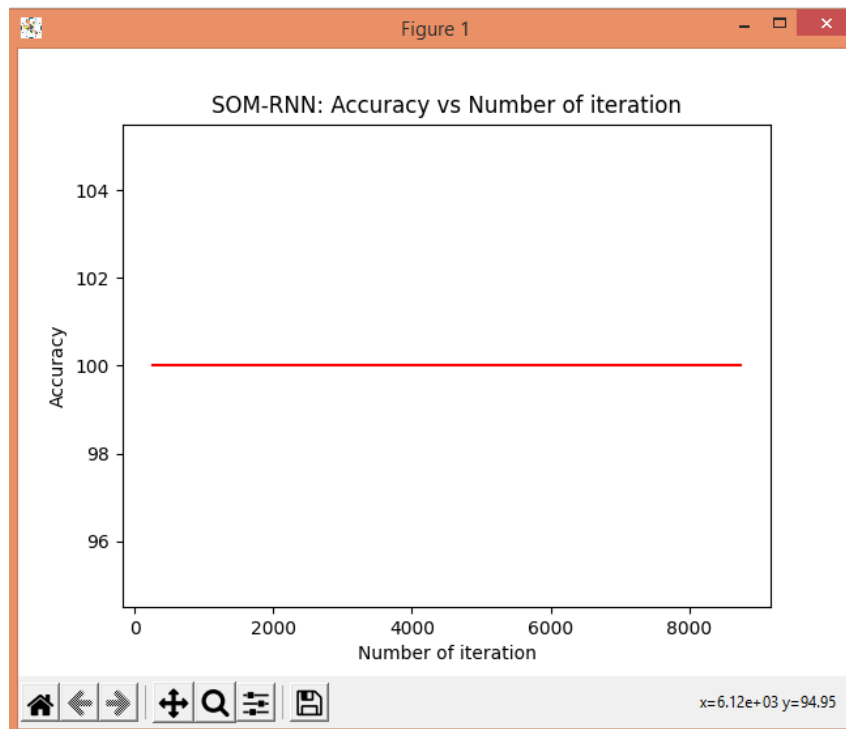
```
idle shell 3.9.5
File Edit Shell Debug Options Window Help
step = 2000
step = 2500
step = 3000
step = 3500
step = 4000
step = 4500
map shape: (28, 28, 784)
SOM construction complete

mapping SOM label start
Associating each data label to one map node
label map shape: (28, 28)
SOM mapping complete

RNN start....

features numpy (784, 784)
target numpy (784,)
features train torch.Size([627, 784])
target train torch.Size([627])
features test torch.Size([157, 784])
target test torch.Size([157])
Iteration: 500 Loss: 0.07725437730550766 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 1000 Loss: 0.001710381475277245 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 1500 Loss: 0.0008071978227235377 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 2000 Loss: 0.002510968828573823 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 2500 Loss: 0.001113986480049789 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 3000 Loss: 0.003260892117395997 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 3500 Loss: 0.0014325843658298254 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 4000 Loss: 0.07160899043083191 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 4500 Loss: 0.0017639328725636005 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 5000 Loss: 0.0010658780811354518 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 5500 Loss: 0.0021089708898216486 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 6000 Loss: 0.0012650826247408986 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 6500 Loss: 0.0024702998343855143 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 7000 Loss: 0.0014761516358703375 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 7500 Loss: 0.07023512572050095 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 8000 Loss: 0.0016994330799207091 Accuracy: 100.0 %
Iteration: 8500 Loss: 0.0011607820633798838 Accuracy: 100.0 %
>>> |
```

Gambar 7. Uji Coba Model SOM-RNN



Gambar 8. Grafik Accuracy Model SOM-RNN

IV. SIMPULAN

Model sistem rekomendasi cerdas yang dihasilkan pada penelitian ini menggunakan metode hybrid deep learning yang merupakan kombinasi dari metode Self Organizing Map (SOM) dan Recurrent Neural Network (RNN). Output vector hasil deep learning dengan SOM akan menjadi input vector bagi layer RNN. Selanjutnya deep learning RNN yang akan menghasilkan rekomendasi pada model sistem rekomendasi cerdas. Simulasi dibuat dengan prototyping menggunakan bahasa pemrograman python. Modul python yang digunakan antara lain modul numpy, pandas, matplotlib, tensorflow, keras, torch, dan sklearn. Hasil uji coba model hybrid deep learning SOM-RNN berhasil meningkatkan performa dengan meningkatkan akurasi menjadi 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ADIYANSJAH, GUNAWAN, AAS., dan SUHARTONO, D., 2019. Music Recommender System Based on Genre using Convolutional Recurrent Neural Networks. *Procedia Computer Science*. vol. 157. pp. 99 – 109.
- [2] BENABDERRAHMANE, S., MELLOULI, N., dan LAMOLLE, M., 2018. On the predictive analysis of behavioral massive job data using embedded clustering and deep recurrent neural networks. *Knowledge-Based Systems*. vol. 151. pp. 95–113.
- [3] BRUSAFERRIA, A., MATTEUCCIB, M, SPINELLIA, S. dan VITALI, A., 2020. Learning behavioral models by recurrent neural networks with discrete latent representations with application to a flexible industrial conveyor. *Computers in Industry*. vol. 122. pp. 103263.
- [4] DEWI, K. C. dan HARJOKO, A., 2010. Kid's song classification based on mood parameters using K-Nearest Neighbor classification method and Self Organizing Map. 2010 International Conference on Distributed Frameworks for Multimedia Applications. Yogyakarta. pp. 1-5.
- [5] DJELLALI, C. dan ADDA, M. 2020. A New Hybrid Deep Learning Model based-Recommender System using Artificial Neural Network and Hidden Markov Model. *Procedia Computer Science*. vol. 175. pp. 214–220.
- [6] JHA, S., PRASHAR, D., LONG, H. V., dan TANIAR, D., 2020. Recurrent neural network for detecting malware. *Computers & Security*. Vol.99, pp.102037.
- [7] KOEHN, D, LESSMANN, S., dan SCHAAL, M., 2020. Predicting online shopping behaviour from clickstream data using deep learning. *Expert Systems With Applications*. vol. 150. pp. 113342.
- [8] NILASHI, M., IBRAHIM, O., dan ITHNIN, N., 2014. Hybrid recommendation approaches for multi-criteria collaborative filtering. *Expert Systems with Applications*. vol. 41. pp.3879–3900.
- [9] NILASHI, M., BAGHERIFARD, K., RAHMANI, M., dan RAFE, V., 2017. A recommender system for tourism industry using cluster ensemble and prediction machine learning techniques. *Computers & Industrial Engineering*. vol. 109. pp. 357–368.

- [10] TURKUT, Ü., TUNCER, A., SAVRAN, H., dan YILMAZ, S., 2020. An Online Recommendation System Using Deep Learning for Textile Products. 2020 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA). Ankara. Turkey. pp. 1-4.
- [11] WANG, K., ZHANG, T., XUE, T., LU, Y., dan NA, SG., 2019. E-Commerce Personalized Recommendation Analysis by Deeply-learned Clustering, *J. Vis. Commun. Image R.*
- [12] WU, B. dan YE, Y., 2020, BSPR: Basket-Sensitive Personalized Ranking for Product Recommendation, *Information Sciences.*
- [13] XU, Y., YANG, Y., HAN, J., WANG, E., MING, J., dan XIONG, H., 2019. Slanderous user detection with modified recurrent neural networks in recommender system. *Information Sciences.* vol. 505. pp. 265–281.
- [14] ZHANG, M. dan BOCKSTEDT, J., 2020. Complements and Substitutes in Online Product Recommendations: The Differential Effects on Consumers' Willingness to Pay. *Information and Management.*