COLLABORATIVE FILTERING BERBASIS ALGORITMA PEARSON CORRELATION DAN WEIGHT AVERAGE SEBAGAI SISTEM REKOMENDASI E-COMMERCE WISATA PULAU LOMBOK

Retno Ekayanti1, Penulis Dua2, Penulis Tiga3

1,2 Jurusan Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nasional   
Jln. Raya Cilegon Serang – Drangong Kota Serang

1retnoekayanti@unas.ac.id

2fauziah@unas.ac.id

3 Institusi yang berbeda dipisah

3email\_penulis3@instansi.ac.id

Abstrak

Sistem rekomendasi adalah sistem yang bertujuan untuk memberi saran kepada pengguna terhadap suatu item berdasarkan preferensi riwayat pengguna lain. Salah satu metode yang ada pada sistem rekomendasi adalah metode item based collaborative filtering yang beroperasi dengan mengambil informasi pengguna lain berupa nilai rating untuk direkomendasikan.

Pada penelitian ini, dibuat sebuah sistem yang dapat merekomendasikan item berupa paket wisata Lombok kepada pengguna. Sistem dibangun menggunakan item based collaborative filtering dengan persamaan pearson correlation based similarity untuk menghitung nilai kemiripan item, weighted average of deviation untuk menghitung nilai prediksi user terhadap item, dan mean absolute error (MAE) untuk menghitung nilai kesalahan prediksi. Nilai MAE yang telah dihasilkan akan diurutkan berdasarkan nilai terkecil yang kemudian direkomendasikan kepada user. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data Horizon berupa 198 data users, 9 data paket tour, dan total 206 data rating.

Berdasarkan nilai MAE yang dihasilkan, didapati sistem rekomendasi yang dibuat menghasilkan rekomendasi yang cukup akurat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kecilnya rata-rata MAE sebesar 0,525777778 dengan lama waktu running sistem 13.457173109055 detik.

**Kata kunci***:* *Item Based Collaborative Filtering, Paket Wisata, Sistem Rekomendasi*

1. **Pendahuluan**

Pemerintah telah menetapkan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat melalui Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2014. Dan pada Jum’at, 12 November 2021, Presiden Joko Widodo meresmikan Sirkuit Mandalika yang terletak di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika tersebut(Amir et al., 2020). Pembangunan sirkuit bertaraf internasional di kawasan KEK Mandalika sangat mempengaruhi perekonomian masyarakat lokal di berbagai macam sektor terlebih pada sektor pariwisata. Hal ini membuat masyarakat lokal turut berperan dalam bidang penunjang bisnis di Kawasan KEK Mandalika sebagai pelaku bisnis pariwista(Sutanto & Kunci, 2022).

Beberapa pengusaha paket wisata masih kurang optimal dalam menyampaikan informasi mengenai jasa yang mereka tawarkan. Hal ini berpengaruh pada ketertarikan turis dalam memilih paket tour yang disediakan karena adanya kesulitan dalam memilih paket yang sesuai dengan jenis wisata yang mereka sukai. Cara yang selama ini dilakukan adalah turis akan berkonsultasi langsung kepada admin atau pihak wisata(Isnaini, 2020).

Disamping kendala terhadap pihak eksternal, pihak internal Wisata juga memiliki keterbatasan dalam mengelola data wisatawan seperti yang dialami oleh Horizon Tour and Travel. Banyaknya pesan masuk membuat pihak travel kesulitan membalas pesan satu-persatu sehingga mengakibatkan adanya kesalahan dalam membagikan jenis paket yang di tawarkan hingga proses transaksi.

Penelitian terdahulu telah memberikan solusi dari permasalahan terkait, salah satu contohnya adalah permasalahan mengenai user yang kesulitan dalam menentukan wisata kuliner yang kemudian dibuatlah sebuah sistem rekomendasi wisata kuliner. Adanya sistem ini dapat membantu user dalam mengambil keputusan mengenai apa yang diinginkan(Devi Nurhayati & Widayani, 2021). Namun belum ada sistem informasi dan media transaksi untuk user dapat menlanjutkan aktivitas mengenai apa yang telah direkomendasikan.

Berdasarkan masalah yang ada, calon wisatawan memerlukan sistem informasi untuk membantu menentukan paket wisata yang akan dipilih berdasarkan hasil rekomendasi yang melibatkan nilai rating terdahulu. Sistem yang dibuat juga akan memudahkan dalam melakukan pemesanan paket wisata baik transaksi online maupun *cash on delivery*. Pentingnya sistem infromasi bukan hanya dalam mempermudah pengolahan data namun juga untuk meningkatkan pelayanan kepada pelanggan di tengah persaingan pihak wisata lainnya.

*Collaborative filtering* merupakan salah satu metode untuk menghasilkan sebuah rekomendasi kepada user berdasarkan kesamaan item yang terlah dipilih user terdahulu. Nilai rekomendasi diambil dari nilai rating pada setiap produk yang telah diberi rating. *Collaborative filtering* memanfaatkan 3 algoritma yang saling berelasi yaitu *Pearson Correlation* untuk menghitung nilai similarity, *Weighted Average Of Deviation* untuk menghitung nilai prediksi, dan *Mean Absolute Error* untuk uji akurasi.

Contoh pemanfaatan *collaborative filtering* secara sederhana adalah user A telah memberi rating pada 3 item yang pernah di pilih (item 1, item 2, dan item 3). User B juga telah memberi rating pada 3 item yang pernah di pilih (item 1, item 3, dan item 4). Kemudian user C ingin mengetahui item mana yang akan ia pilih setelah ia memilih item 1 dan item 4. Dengan menggunakan metode *collaborative filtering* maka sistem akan merekomendasikan item 3 untuk user C. Hasil tersebut didapat karena terdapat kesamaan item yang dipilih sebelumnya antara user B dan user C. Contoh lainnya adalah ketika ada user baru yang belum pernah memilih item apapun ingin mengetahui rekomendasi apa yang ditawarkan, maka digunakanlah perhitungan akhir menggunakan *mean absolute error* untuk menguji akurasi prediksi tiap tiap user yang telah memberi rating.

1. **Metodologi Penelitian**

*Collaborative Filtering* adalah salah satu metode yang dapat digunakan pada bidang rekomendasi e-commerce denganmemanfaatkan rekomendasi yang diberikan berdasarkan pertimbangan data dari pengguna lain(Wayan Priscila Yuni Praditya et al., 2021). Pengimplementasiannya tidak mengharuskan pengguna untuk secara aktif memberikan informasi tentang kebutuhan pribadi mereka, tetapi memperoleh preferensi potensial mereka berdasarkan catatan *rating*  yang ada(Lin et al., 2022).

1. Algoritma Pearson Correlation Based Similarity

Pearson Correlation Based Similarity merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung kemiripan item dengan mempertimbangkan adanya nilai kosong yang tidak dimiliki user. Koefisien korelasi Pearson digunakan untuk menguji korelasi linier antara dua variabel. Koefisien diukur dalam skala tanpa satuan dan dapat mengambil nilai dari -1 hingga 0 hingga +1. Nilai yang mendekati nol menyebutkan tidak ada korelasi linier dan nilai yang mendekati +1 atau -1 menyiratkan korelasi linier yang sempurna(Faroqi et al., 2020).

Berikut adalah persamaan algoritma adjusted cosine similarity:

(1)

merupakan *similarity* antara *tour* *package* dan *tour* *package* , dan adalah rating rata-rata pada paket tour dan , dan adalah rating oleh user kepada paket tourdan , lalu merupakan jumlah total *user* yang memberi rating.

1. Weighted Average Of Deviation

Weight Average of Deviation merupakan perhitungan prediksi score dari berbagai item dengan membandingkan kemiripan rating yang diberikan oleh user(Prasetyo et al., 2019).

Dibawah ini adalah rumus dari persamaan algotima weight sum:

(2)

Persamaan (2) menunjukkan dimana P\_(u,k) adalah prediksi rating paket tour k untuk user u, n adalah jumlah user, R ̅\_k adalah rating rata-rata pada paket tour k, R ̅\_l adalah rating rata-rata pada paket tour 1, R\_(u,l) adalah rating yang diberikan user u kepada paket tour l, dan Sim(k,l) adalah nilai similarity antara paket tour k dengan seluruh user yang memberi rating pada paket tour ke-l.

1. Mean Absolute Error (MAE)

Mean absolute error (MAE) adalah algoritma untuk menguji akurasi sistem rekomendasi. Semakin kecil nilai MAE maka semakin akurat prediksi rating dari sebuah sistem rekomendasi(Devi Nurhayati & Widayani, 2021). Persamaan MAE dapat dilihat pada persamaan (3).

(3)

Persamaan (3) menunjukkan bahwa P\_(u,k) merupakan prediksi rating terhadap user u untuk item k, R\_(u,k) adalah nilai rating yang diberikan oleh user u untuk item k, kemudian N adalah jumlah user yang ada.

1. **Hasil dan Pembahasan**

Bagian hasil dan pembahasan enjelaskan mengenai penerapan metode dan algoritma berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Penerapan tersebut berupa algoritma blok proses dan contoh perhitungan *item based collaborative filtering* berbasis algoritma *pearson correlation based similarity*, algoritma *weighted average of deviation,* dan *mean absolute error*.

1. Perhitungan Metode

Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan metode untuk membandingkan hasil perhitungan sistem dengan perhitungan manual. Perhitungan ini menggunakan 5 data user, 5 data paket tour, dan 11 nilai rating yang bervariasi.

**Tabel 1**. Nilai Rating dari Poduk dan User

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Id/Tour** | **User** | | | | |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **E** |
| 20101 | 0 | 3 | 4 | 0 | 5 |
| 20102 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 20103 | 3 | 5 | 0 | 4 | 0 |
| 20104 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 20105 | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 |

Sebelum memasuki tahap perhitungan similarity, perhitungan dapat lebih mudah dilakukan bila nilai rata-rata rating dihitung terlebih dahulu seperti pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Data Rating

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Id/Tour** | **User** | | | | | **Jml Rating** | **Nilai Rating** |  |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **E** |
| 20101 | 0 | 3 | 4 | 0 | 5 | 12 | 4 | 2,4 |
| 20102 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0,6 |
| 20103 | 3 | 5 | 0 | 4 | 0 | 12 | 4 | 2,4 |
| 20104 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0,6 |
| 20105 | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 12 | 4 | 2,4 |

1. Perhitungan Similarity: Dari nilai rating yang telah diberikan oleh user terhadap paket tour, dilakukan perhitungan similarity menggunakan persamaan (1) pearson correlation based similarity. Nilai similarity ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kesamaan paket tour yang dipilih user dengan user lain.

Hasil dari perhitungan perbandingan antar produk dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Similarity

|  |  |
| --- | --- |
| **Perbandingan** | **Similarity** |
|
| sim(PT\_1, PT\_1) | 1 |
| sim(PT\_1, PT\_2) | 0,388514345 |
| sim(PT\_1, PT\_3) | -0,650943396 |
| sim(PT\_1, PT\_4) | -0,582771517 |
| sim(PT\_1, PT\_5) | 0,356873214 |
| sim(PT\_2, PT\_3) | -0,582771517 |
| sim(PT\_2, PT\_4) | -0,25 |
| sim(PT\_2, PT\_5) | 0,40824829 |
| sim(PT\_3, PT\_4) | 0,388514345 |
| sim(PT\_3, PT\_5) | -0,832704165 |
| sim(PT\_4, PT\_5) | -0,612372436 |

Dalam perhitungan similarity tersebut, perhitungan tidak sampai masuk kedalam database untuk mencegah penumpukkan data. Perhitungan similarity hanya untuk menghitung nilai rating yang telah diambil dari database.

1. Perhitungan Prediksi: Setelah menghitug nilai similarity dan mendapatkan hasil dari perbandingan produk, langkahh selanjutnya yaitu menghitung nilai prediksi paket tour terhadap user dengan persamaan (2) weighted average of deviation.

Hasil dari perhitungan prediksi dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Prediksi

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tour** | **User** | | | | |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **E** |
| **PT\_1** | 1,69407 | 1,78491 | 4,08351 | 0,40954 | 4,02794 |
| **PT\_2** | 0,18969 | -0,43132 | 2,58646 | -0,93816 | 1,59332 |
| **PT\_3** | 2,67395 | 3,65168 | 0,54595 | 4,26482 | 0,86358 |
| **PT\_4** | 0,67127 | 1,19293 | -0,82736 | 2,73150 | -0,76834 |
| **PT\_5** | 2,51412 | 1,08281 | 4,11849 | 0,43642 | 3,84814 |

Dalam kasus perhitungan rekomendasi untuk user lama, perhitungan sudah cukup sampai pada tahap perhitungan prediksi. Nilai rekomendasi untuk user lama diambil dari urutan paling tinggi nilai prediksi user terhadap produk. Hasilnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.** Nilai rating dari beberapa produk dan user

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **User** | | | | |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **E** |
| PT\_3 | PT\_3 | PT\_5 | PT\_3 | PT\_1 |
| PT\_5 | PT\_1 | PT\_1 | PT\_4 | PT\_5 |
| PT\_1 | PT\_4 | PT\_2 | PT\_5 | PT\_2 |
| PT\_4 | PT\_5 | PT\_3 | PT\_1 | PT\_3 |
| PT\_2 | PT\_2 | PT\_4 | PT\_2 | PT\_4 |

Namun untuk rekomendasi terhadap user baru atau user yang sebelumnya belum pernah memberikan rating terhadap paket tour, dibutuhkan perhitungan lebih lanjut untuk mengetahui keakurasian prediksi tiap user lama untuk user baru.

1. Perhitungan Mean Absolute Error (MAE). Langkah terakhir adalah menghitung mean absolute error (MAE) yang merupakan hasil perhitungan dari rata-rata error yang diabsolutkan.

Perhitungan diatas juga berlaku untuk paket tour yang lainnya. Sehingga didapati hasil perhitungannya sebagai berikut:

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan MAE

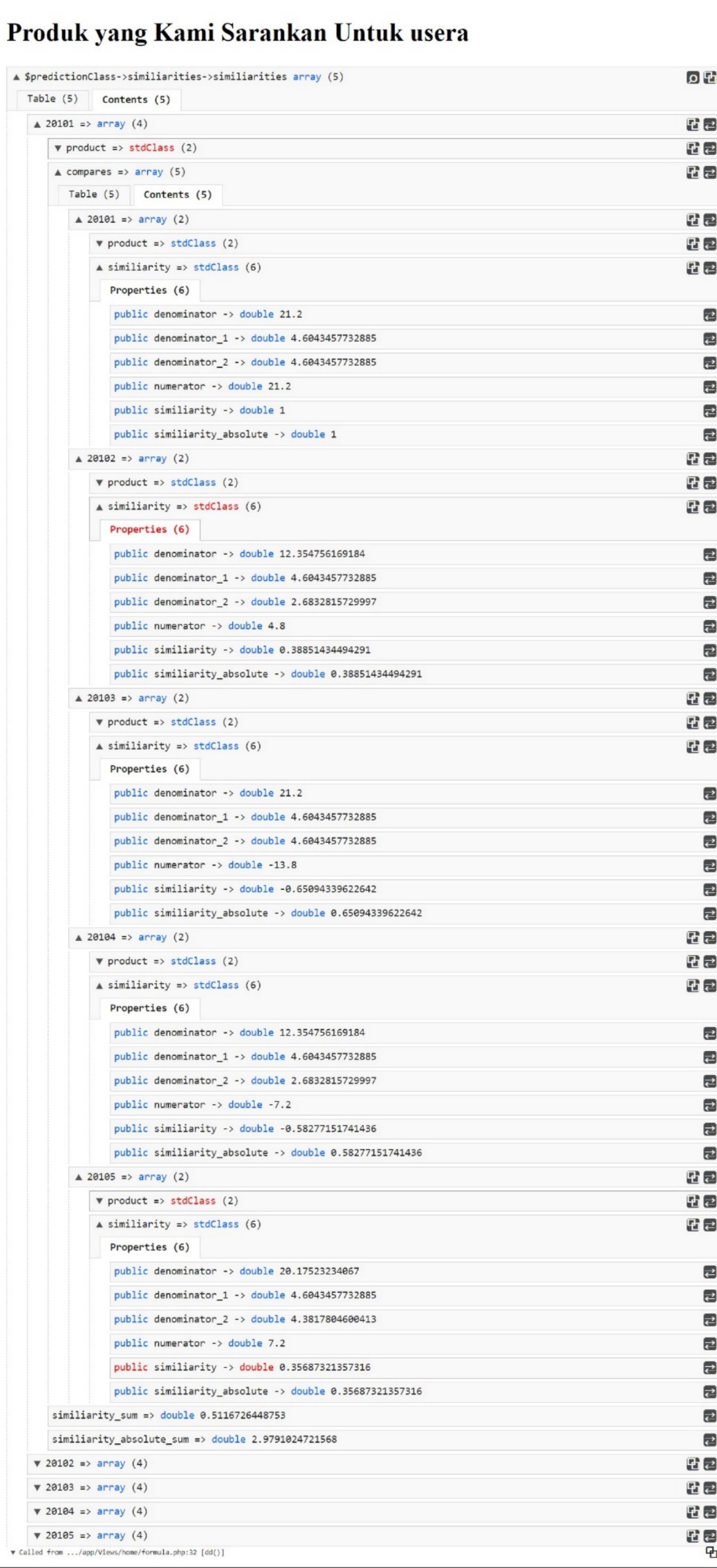
|  |  |
| --- | --- |
| **Paket Tour** | **MAE** |
|
| PT\_1 | 0,874854976 |
| PT\_2 | 0,713210301 |
| PT\_3 | 0,669745688 |
| PT\_4 | 0,745682363 |
| PT\_5 | 0,655092633 |

Nilai tersebut akan diterima oleh *user* baru sebagai rekomendasi paket tour. Namun list paket tour tersebut harus diurutkan berdasarkan nilai yang paling terkecil terlebih dahulu. Karena semakin mendekati 0, maka semakin akurat hasil rekomendasinya

1. Ujji Validasi Program

Uji validasi program merupakan uji kecocokan antara perhitungan system dalam pemrograman PHP *Codeigniter* dengan perhitungan manual yang sebelumnya telah dicari.

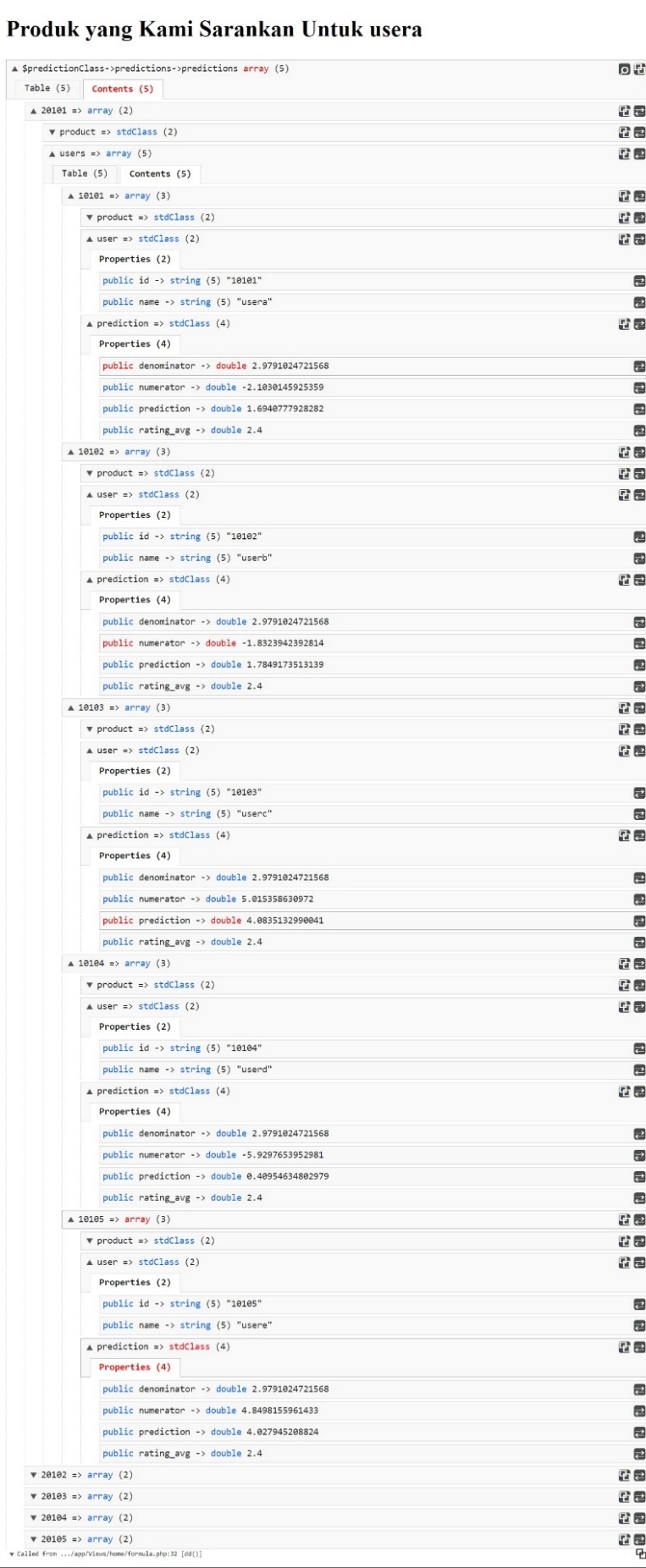
1. Uji Validasi Perhitungan Similarity. Langkah pertama yang dilakukan adalah menampilkan data dalam array yang telah diolah menjadi nilai similarity menggunakan sebuah fungsi dd() dalam codeigniter yang ditunjukkan pada:



**Gambar 1**. *Array hasil perhitungan similarity oleh sistem*

Diketahui bahwa hasil perhitungan sistem yang ditunjukkan pada *array* 20101 – *array* *compares* – *array* 20101 – *similiarity* adalah *double* 1. Nilai tersebut sama dengan hasil perhitungan *similarity* yang sebelumnya sudah dihitung yaitu *sim*(PT\_1, PT\_1) =1. Hal ini membuktikan bahwa perhitungan sistem sudah tervalidasi dengan benar.

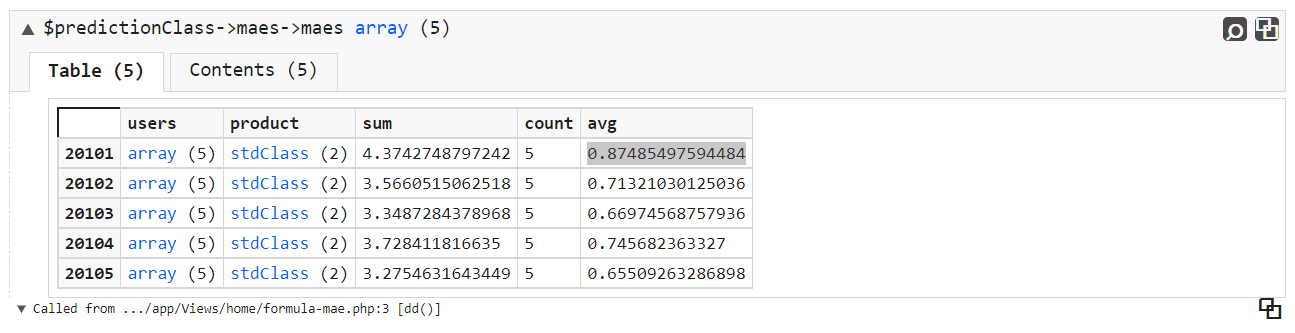
1. Uji Validasi Perhitungan Prediksi. Langkah kedua yang dilakukan adalah menampilkan data dalam array yang telah diolah menjadi nilai prediksi menggunakan sebuah fungsi dd() dalam codeigniter yang ditunjukkan pada:



**Gambar 2**. *Array hasil perhitungan similarity oleh sistem*

Diketahui bahwa hasil perhitungan sistem yang ditunjukkan pada *array* 20101 – *array* *users* – *array* 20101- *array* *prediction – prediction* adalah *double* 1.6940777928282. Nilai tersebut sama dengan hasil perhitungan prediksi yang sebelumnya sudah dihitung yaitu tour PT\_1 dengan User A =1,69407. Hal ini membuktikan bahwa perhitungan sistem sudah tervalidasi dengan benar.

1. Uji Validasi Perhitungan MAE. Langkah terakhir yang dilakukan adalah menampilkan data dalam array yang telah diolah menjadi nilai MAE menggunakan sebuah fungsi dd() dalam codeigniter yang ditunjukkan pada:



**Gambar 3**. *Array hasil perhitungan MAE oleh sistem.*

Diketahui bahwa hasil perhitungan sistem yang ditunjukkan pada array maes 20101 memiliki nilai avg yaitu 0.87485497594484. Nilai tersebut sama dengan hasil perhitungan MAE yang sebelumnya sudah dihitung yaitu PT\_01 = 0, 874854976. Hal ini membuktikan bahwa perhitungan sistem sudah tervalidasi dengan benar

1. Tingkat Kecepatan Program

Untuk mengetahui kinerja yang dihasilkan sistem, maka dibuatlah tabel pengujian untuk melihat kecepatan *running* aplikasi berdasarkan spesifikasi perangkat dan banyaknya data yang diinput.

**Tabel 6.** Tingkat Kecepatan Program

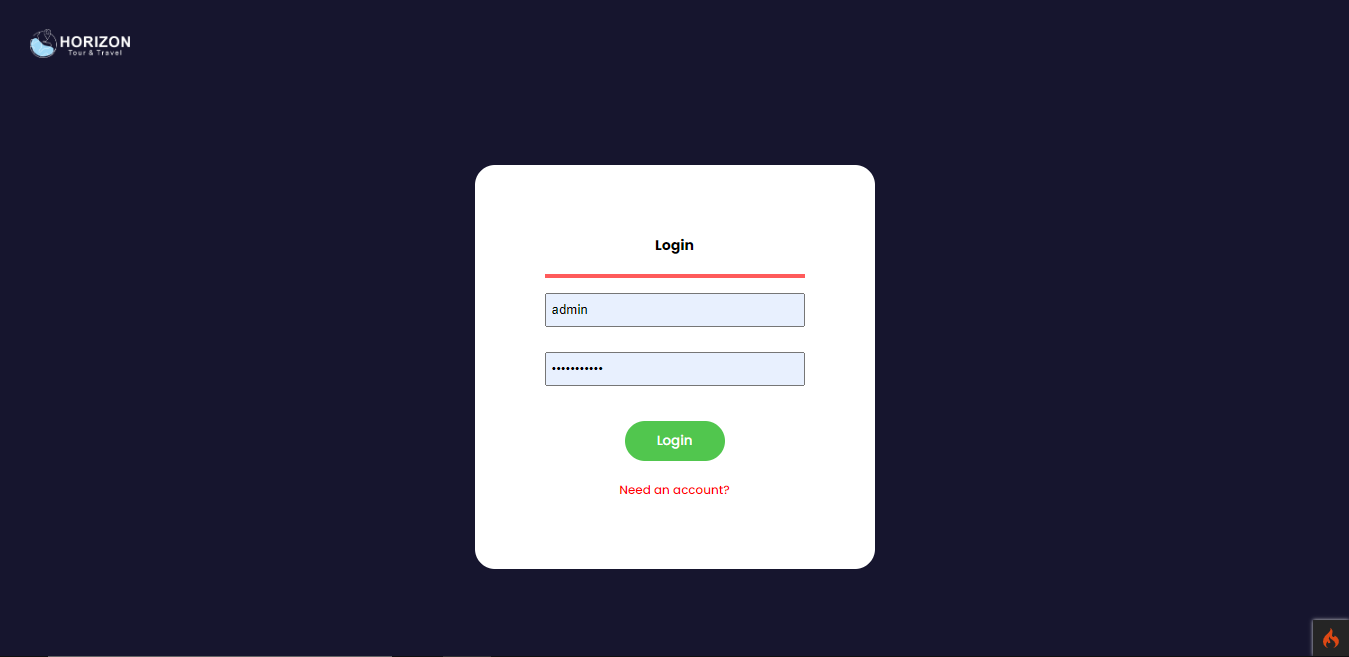
|  |  |
| --- | --- |
| **Jumlah Data Rating** | **Waktu *Running* (detik)** |
|
| 206 Data Rating | 13.457173109055 |
| 150 Data Rating | 9.8572890758514 |
| 100 Data Rating | 4.0664949417114 |
| 50 Data Rating | 2.1350519657135 |
| 11 Data Rating | 0.3206000328064 |

Pada tabel 6. Tingkat Kecepatan Program, dapat diketahui bahwa semakin banyak data maka semakin lama pula proses *running* sistem rekomendasi. Hal ini dikarenakan semakin banyak data yang dimasukkan, maka semakin banyak sistem mengolah dan menghitung data tersebut, sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk mendapatkan hasil akhir dari sistem rekomendasi yang diberikan.

1. Implementasi Output

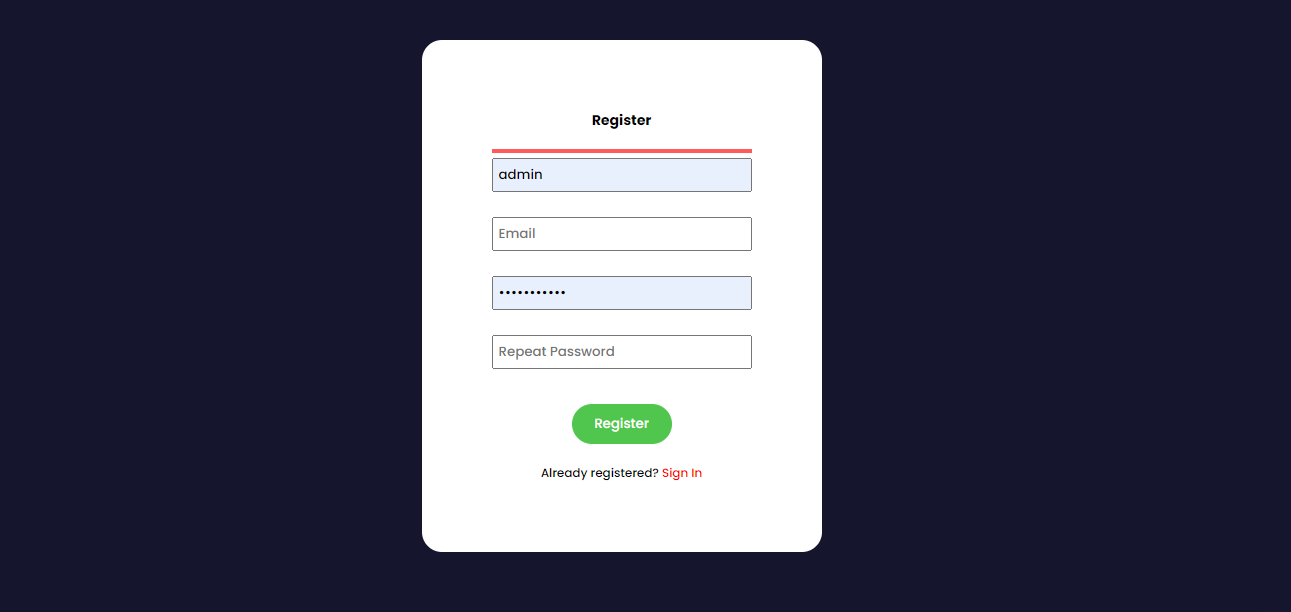
Setelah menerapakan perhitungana metode item based collaborative filtering dan fitur pendukung, hasilnya disajikan dalam bentuk website.

1. Login. Tampilan login adalah tampilan umum yang dapat diakses oleh semua role. Adanya login memberikan kemudahan untuk sistem dapat membedakan hak aksesnya.



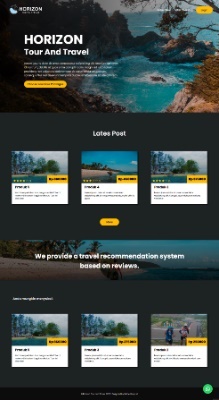
**Gambar 8.** *Tampilan Form Login*

1. Register. Tampilan resgistrasi ini merupakan tampilan yang disajikan kepada pengunjung yang ingin membuat akun agar bisa mengakses fitur dalam website seperti menambah pesanan kekernjang, pesan paket tour, melakukan pembayaran hingga memberikan rating.

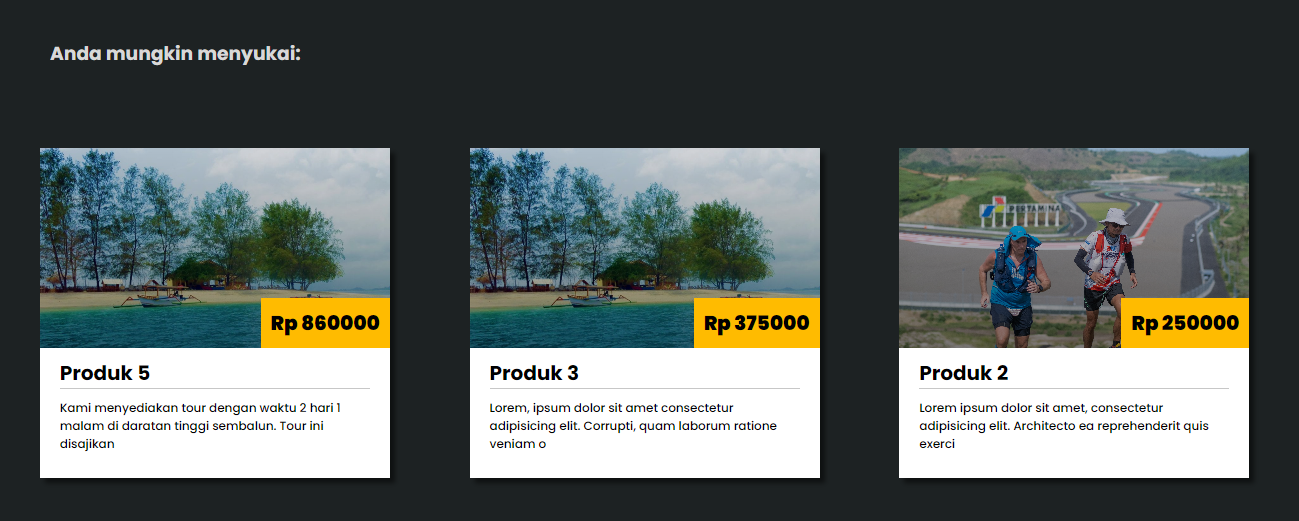


**Gambar 8.** *Tampilan Form Regsiter.*

1. Homepage. Homepage memiliki section collaborative filtering yang berbeda sesuai dengan role user yang sedang mengakses halaman tersebut. Perhitungan collaborative yang diberikan pada pengunjung adalah nilai akurasi yang dihitung menggunakan MAE. Hasil perhitungan yang ditampilkan diurutkan dari yang terkecil hingga yang terbesar. Sedangkan perhitungan collaborative yang diberikasn pada user yang sudah pernah memberi rating adalah nilai prediksi dari weighted average of deviation.

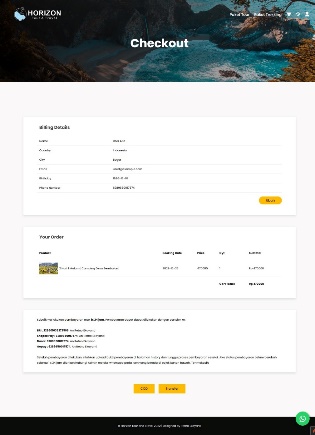


**Gambar 4.** *Tampilan homepages.*



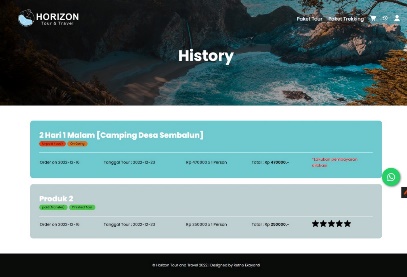
**Gambar 5*.*** *Urutan Collaborative Filtering.*

1. Checkout. Halaman checkout dapat diakses oleh role user yang telah membuat akun. Halaman ini merupakan tempat terjadinya proses transaksi user untuk memesan paket tour yang disediakan.



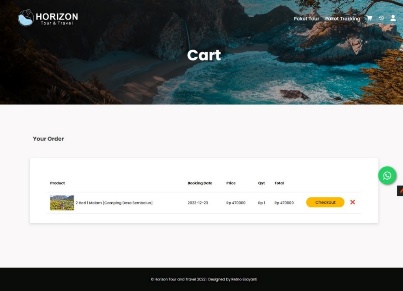
**Gambar 4.** *Tampilan Proses Sebelum Checkout*

1. History User. Halaman ini merupakan halaman yang menampilkan semua pesanan user baik yang belum berlangsung, sedang berlangsung, dan sudah berlangsung. Pada halaman ini user dapat melihat detail transaksi dan dapat menambah rating ke pake tour yang telah diikuti.



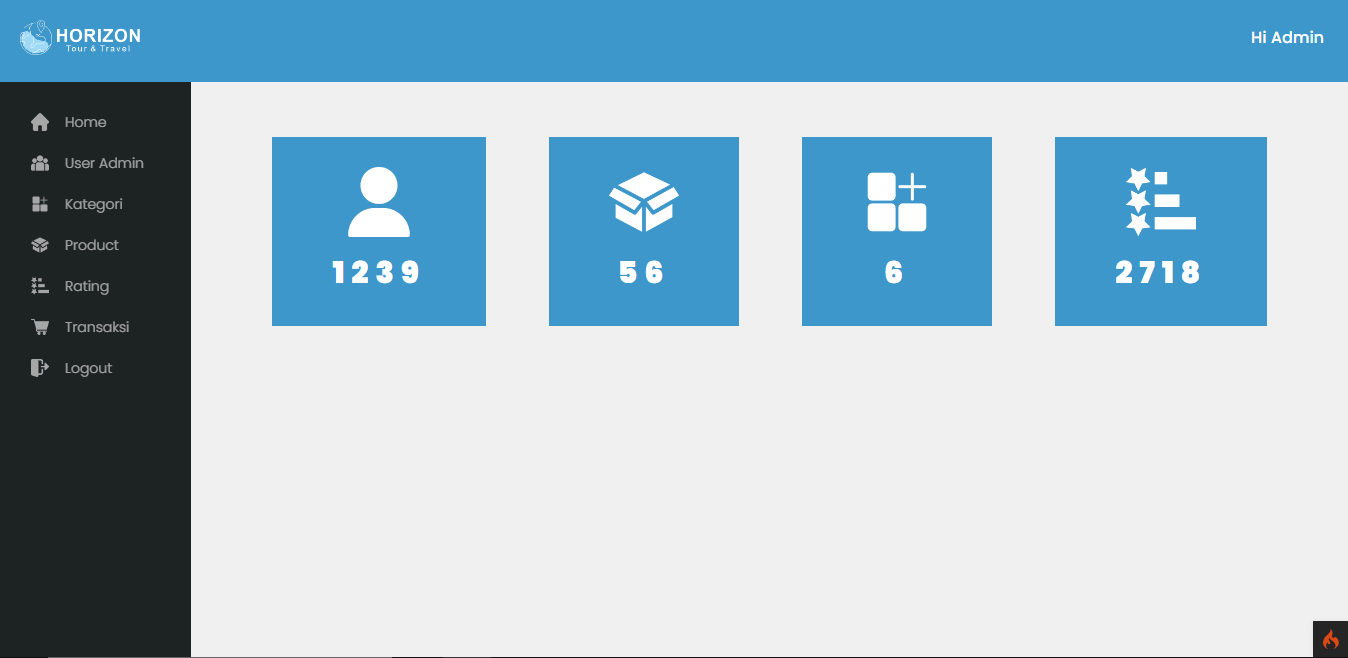
**Gambar 5.** *Tampilan History User.*

1. Keranjang User. Halaman ini merupakan halaman yang menampilkan list paket tour yang ingin dipesan oleh user.



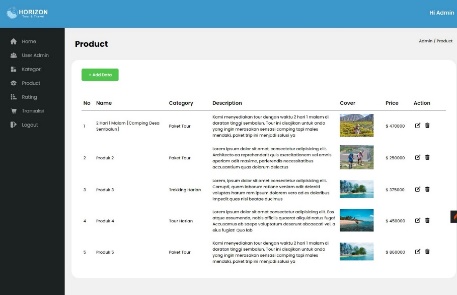
**Gambar 5.** *Tampilan Keranjang User.*

1. Dashboard Admin. Admin disini adalah pihak biro wisata Horizon yang tujuannya untuk mengelola data Horizon seperti data user, rating, transaksi, kategori dan produk. Setelah admin berhasil login, admin akan langsung di direct kehalaman dashboard admin.



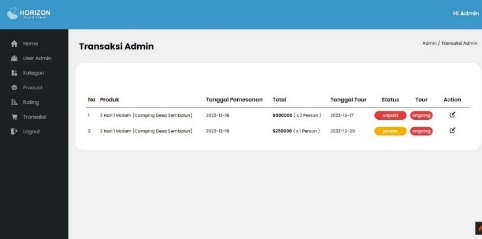
**Gambar 10.** *Tamppilan Home Admin*

1. Paket Tour Admin. Halaman ini merupakan halaman dimana admin dapat mengelola paket tour yang tersedia yaitu menambah, mengedit, dan menghapus paket tour mulai dari nama paket tour, deskripsi, hingga harga paket tour.



**Gambar 12.** *Tampilan Data Paket Tour*

1. Transaksi Admin. Halaman ini merupakan halaman dimana admin dapat mengelola transaksi yang ada yaitu melihat dan mengedit status transaksi.



**Gambar 14.** *Tampilan List Data Transaksi*

1. **Kesimpulan**

Kesimpulan berisi tentang poin-poin utama artikel. Kesimpulan hendaknya tidak mengulangi yang sudah dituliskan di bagian Intisari, akan tetapi membahas tingkat keberhasilan dari penerapan maupun pengembangan dari penelitian yang dilakukan. Bagian ini hendaknya juga dapat menunjukkan apakah tujuan penelitian dapat tercapai.

Kesimpulan ditulis dalam bentuk paragraf uraian. Hindari penggunaan *bulleted list*.

**V. Saran**

Bagian ini memberikan saran kepada penulis lain yang membaca atau menjadikan artikel ini sebagai salah satu referensi. Saran dapat dijadikan ide/gagasan/pengembangan penelitian selanjutnya.

**Referensi**

1. S. M. Metev and V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
2. J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.
3. S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, “A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT,” *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999.
4. M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, “High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR,” in *Proc. ECOC’00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
5. R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, “High-speed digital-to-RF converter,” U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
6. (2002) The IEEE website. [Online]. Available: http://www.ieee.org/
7. M. Shell. (2002) IEEEtran homepage on CTAN. [Online]. Available: http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/
8. *FLEXChip Signal Processor (MC68175/D)*, Motorola, 1996.
9. “PDCA12-70 data sheet,” Opto Speed SA, Mezzovico, Switzerland.
10. A. Karnik, “Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP,” M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India, Jan. 1999.
11. J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, “A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control,” Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02, 1999.
12. *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification*, IEEE Std. 802.11, 1997.