

Implementasi Metode Mesin Rekomendasi *User Based Filtering* pada Sistem Penyewaan Alat Pertambangan

Implementation Of The User Based Filtering Recommendation Machine Method In The Mining Equipment Rental System

Muhamad Faza Almaliki^{1*}, Ika Purwanti Ningrum², Rizal Adi Saputra³

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

*E-mail: muhamadfazaalmaliki@gmail.com

Abstrak

Permasalahan perusahaan tambang kebanyakan adalah kekurangan informasi ketersediaan alat-alat berat (beli atau sewa) siap pakai dan informasi penyedia suku cadang alat berat, pemilik alat berat yang kesulitan mencari pasar untuk menjual ataupun menyewakan alatnya. Proses transaksi yang selama ini berlangsung menggunakan sambungan telepon, chatting maupun email person-to-person dimana hal ini dirasa kurang efektif dan efisien. Metodologi penelitian ini berisi tahapan tentang proses dan prosedur pengumpulan data, prosedur analisis metode, prosedur pengembangan sistem serta waktu dan tempat penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan metode mesin rekomendasi user based filtering pada sistem penyewaan alat pertambangan. Hasil penelitian menunjukkan sistem rekomendasi yang dibangun telah berhasil memberikan rekomendasi yang sesuai kepada pelanggan yang telah melakukan transaksi penyewaan alat pertambangan dilihat berdasarkan parameter hasil pengujian akurasi rekomendasi. Algoritma metode mesin rekomendasi user based filtering dapat diterapkan pada sistem rekomendasi alat pertambangan yang telah dibangun. Berdasarkan pengujian akurasi nilai rekomendasi, nilai masing-masing yang didapatkan pada perhitungan Mean Absolute Error (MAE) sebesar 0,00936 sehingga akurasi rekomendasi yang dihasilkan adalah 99,99%. Kemudian untuk nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) didapatkan nilai sebesar 27,84%, serta untuk nilai Mean Squared Error (MSE) yang didapatkan adalah 0,01702.

Kata kunci: Metode Mesin Rekomendasi, Sistem Penyewaan, Transaksi

Abstract

The problem with most mining companies is a lack of information on the availability of ready-to-use (purchase or rent) heavy equipment and information on providers of heavy equipment spare parts, heavy equipment owners who have difficulty finding a market to sell or rent their equipment. Transaction processes that have been taking place so far have used telephone lines, chats and person-to-person emails where this is felt to be less effective and efficient. This research methodology contains stages regarding the process and procedure of data collection, method analysis procedures, system development procedures as well as the time and place of research. The purpose of this study is to implement the user based filtering recommendation machine method on mining equipment rental systems. The results of the study show that the recommendation system that has been built has succeeded in providing appropriate recommendations to customers who have made mining equipment rental transactions based on the parameters of the results of the recommendation accuracy test. The algorithm of the user based filtering recommendation engine method can be applied to the mining tool recommendation system that has been built. Based on testing the accuracy of the recommendation values, each value obtained in the calculation of the Mean Absolute Error (MAE) is 0.00936 so that the resulting recommendation accuracy is 99.99%. Then for the value of the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) obtained a value of 27.84%, and for the value of the Mean Squared Error (MSE) obtained was 0.01702.

Keywords: Recommendation Machine Method, Rental System, Transaction

Naskah diterima 26 Nov. 2022; direvisi 20 Jan. 2023; dipublikasikan 1 Apr. 2023.

JAMIKA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



I. PENDAHULUAN

Indonesia menduduki peringkat pertama sebagai produsen nikel terbesar di dunia. Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat produksi nikel Indonesia pada tahun 2019 sebesar 800 ribu ton, sementara diposisi kedua dan ketiga ditempati oleh Filipina dan Rusia dengan produksi masing-masing 420 ribu ton dan 270 ribu ton. Data Badan Geologi per Juli 2020 mencatat total sumber daya bijih nikel Indonesia mencapai 11,88 juta ton dan total cadangan bijih nikel mencapai 4,34 juta ton [1].

Keseluruhan operasi proses penambangan dan pengolahan bijih nikel sangat tergantung pada penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan alat-alat berat (*heavy equipments*) seperti *excavator*, *dragline*, *power shovel*, *wheel loader*, *dump truck*, dan lain-lain, dikarenakan guna menjaga kesehatan dan keselamatan pekerja serta untuk mempermudah dan mempercepat proses penambangan atau pengolahan. Namun pada kenyataannya sering terjadi permasalahan terkait hal-hal tersebut : perusahaan tambang kekurangan informasi ketersediaan alat-alat berat (beli atau sewa) siap pakai dan informasi penyedia suku cadang alat berat, pemilik alat berat yang kesulitan mencari pasar untuk menjual ataupun menyewakan alatnya, tingginya kebutuhan akan APD dikarenakan frekuensi penggunaannya hanya dalam jangka waktu beberapa bulan, dimana hal ini menjadi salah satu faktor penghambat kelancaran proses penambangan. Proses transaksi yang selama ini berlangsung hanya menggunakan sambungan telepon, *chatting* maupun *email person-to-person* dimana hal ini dirasa kurang efektif dan efisien.

Menurut [2] sistem rekomendasi didefinisikan sebagai aplikasi pada *website* untuk mengusulkan informasi dan menyediakan fasilitas yang diinginkan pengguna dalam membuat suatu keputusan. Sistem rekomendasi menganalisis data mengenai produk atau interaksi pengguna dan produk untuk menemukan hubungan antara produk dan pengguna. Sistem rekomendasi yang baik adalah yang memberikan rekomendasi personal dengan menggunakan informasi digital *user*, demografi *user*, detail transaksi *user*, jejak interaksi dan informasi tentang suatu produk seperti spesifikasi, *feedback* dari *user*, perbandingan dengan produk lain, dan sebagainya sebelum membuat rekomendasi [3].

Penerapan rekomendasi di dalam sebuah sistem biasanya melakukan sebuah prediksi terhadap suatu item, seperti rekomendasi film, musik, buku, berita dan lain sebagainya yang menarik bagi pengguna sebuah sistem dan sistem ini berjalan dengan mengumpulkan data dari *user* secara langsung maupun tidak langsung dari *user* tersebut. Dalam pembangunan sistem rekomendasi, ada beberapa macam metode untuk menyelesaikan permasalahan, antara lain *collaborative filtering*, *content based filtering*, dan *hybrid*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [4] menjelaskan bahwa metode *collaborative filtering* (CF) terbukti memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan adanya hasil uji coba yang menunjukkan hasil yang baik. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh [5] menjelaskan bahwa analisis *user based collaborative filtering* dapat mempermudah melakukan perekomendasi film. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh [6] menjelaskan bahwa mempergunakan gabungan metode *collaborative filtering* dengan *content based filtering* dalam memberikan rekomendasi mata kuliah pilihan sehingga hasil dari rekomendasi tidak hanya bergantung pada satu faktor seperti pola nilai mahasiswa dalam *collaborative filtering* tetapi juga dapat memperhitungkan berbagai faktor lainnya seperti jam mata kuliah yang tidak nyaman, minat, dosen pengajar dan beberapa faktor lainnya sebagai faktor yang menentukan nilai mata kuliah yang diambil oleh mahasiswa.

Adapun kebaruan (*novelty*) dalam penelitian ini adalah terletak pada variabel penelitian yang digunakan, yaitu *item* berupa alat pertambangan. Selain itu, adapun urgensi dari penelitian ini adalah karena adanya permasalahan terkait hal-hal seperti perusahaan tambang kekurangan informasi ketersediaan alat-alat berat (beli atau sewa) siap pakai dan informasi penyedia suku cadang alat berat, pemilik alat berat yang kesulitan mencari pasar untuk menjual ataupun menyewakan alatnya sehingga dibangun sebuah sistem yang dapat mengatasi hal tersebut. Kemudian pada penelitian ini terdapat pula pengujian tambahan, yakni pengujian nilai MAPE yang menunjukkan bahwa interpretasi dari keakuratan berdasarkan skenario pengujian yang telah dilakukan dan MSE yang menunjukkan bahwa jika hasil peramalan sesuai dengan data aktual, maka dapat dijadikan perhitungan peramalan berikutnya.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode, yakni *user based filtering*. Sistem rekomendasi yang paling banyak digunakan saat ini adalah *hybrid* dan *collaborative-filtering*, hal ini dibuktikan dengan banyaknya penelitian yang menggunakan metode ini untuk membuat sistem rekomendasi [7]. *Collaborative filtering* merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk menyusun *recommender system* dan telah terbukti memberikan hasil yang sangat baik. *Rating* produk merupakan elemen terpenting dari algoritma ini, *rating* diperoleh dari sebagian besar *customer* dimana *customer* secara eksplisit memberikan penilaiannya terhadap produk [8]. Sementara itu, *user based collaborative filtering* bertujuan mencari pola pemberian *rating* terhadap sebuah *item* oleh seorang pengguna dan kemudian mencoba memprediksi *rating* yang akan diberikan seorang pengguna terhadap *item* lain menggunakan skor kemiripan antar pengguna. Sistem ini dapat mengamati dan mencocokkan perilaku pengguna dan menggunakan data tersebut untuk memprediksi perilaku pengguna di masa mendatang, atau untuk memprediksi bagaimana perilaku pengguna lain [9]. Selain itu, konsep dari *user based collaborative filtering* dalam mengolah data *user* didapatkan dari pengolahan *user* terhadap ketertarikan terhadap suatu *item*, dua orang yang mempunyai ketertarikan yang sama dianggap memiliki selera yang sama

terhadap suatu *item*. Oleh karena itu *item* yang disukai oleh orang tersebut akan direkomendasikan kepada orang yang memiliki selera yang sama. Pada pendekatan *user based collaborative filtering* sistem memberikan rekomendasi kepada *user item-item* yang disukai atau dinilai oleh pengguna lain yang memiliki banyak kemiripan [10]. Referensi yang dirujuk berkaitan dengan parameter untuk penyusunan sistem rekomendasi pada alat pertambangan. Adapun metode wawancara dilakukan pengumpulan data yang dimana proses penyusunan tugas akhir ini dilakukan dengan cara melakukan wawancara secara langsung pada Koordinator Direktorat Jenderal Mineral dan Energi, Kementerian Energi Sumber Daya dan Mineral Provinsi Sulawesi Tenggara untuk mengetahui perihal perusahaan yang bergerak dibidang jasa penyedia alat pertambangan dan juga data barang yang dimiliki oleh perusahaan tersebut. Selain itu juga dalam pengembangan sistem yang akan dibangun menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP). Adapun tahapan dari RUP menurut adalah sebagai berikut: [11]

1. Fase *Inception*

Fase ini merupakan tahap bagi para pengembang untuk mengidentifikasi sistem yang telah ada dan yang akan dikembangkan, termasuk arsitektur, fitur, dan use case sistem dari hasil wawancara dan observasi yang penulis lakukan, meliputi dari hasil penelitian atau skripsi-skripsi terdahulu.

2. Fase *Elaboration*

Fase ini merupakan tahap bagi para pengembang untuk melakukan desain secara lengkap berdasarkan hasil analisis di tahap inception.

3. Fase *Construction*

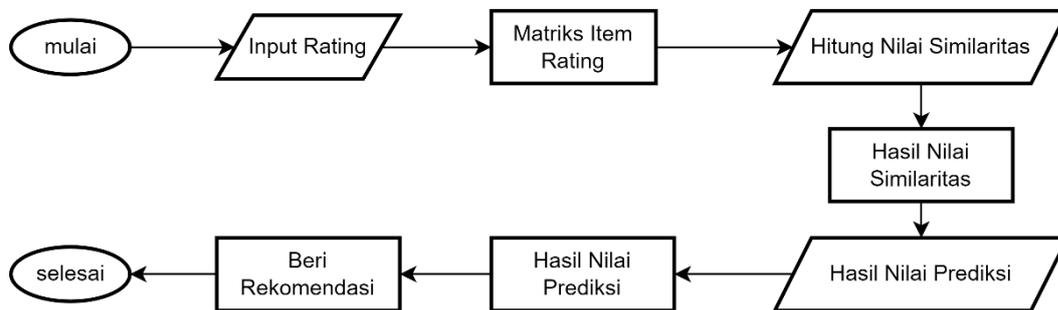
Fase ini menjelaskan bagaimana mengimplementasi hasil desain dan melakukan uji coba terhadap aplikasi yang telah dibuat. Dalam tahapan implementasi dijelaskan perangkat keras dan perangkat lunak apa saja yang dibutuhkan untuk mengimplementasi aplikasi ini. Sedangkan pada tahapan uji coba dilakukan testing. Testing diperlukan untuk menjamin kualitas aplikasi yang telah dibuat apakah telah sesuai dengan yang diharapkan.

4. Fase *Transition*

Fase ini merupakan tahap bagi para pengembang untuk menyerahkan sistem aplikasi ke konsumen, dan juga tahap dimana melakukan instalasi sistem agar dapat dimengerti oleh user. Aktivitas pada tahap ini termasuk pada pelatihan *user* dan pemeliharaan.

Adapun pada pengujian sistem yang akan dibangun menggunakan pengujian *black-box* dan untuk pengujian akurasi rekomendasi menggunakan pengujian nilai MAE, MAPE, dan juga MSE. Pengujian aplikasi merupakan proses yang dilakukan kepada sebuah program bermaksud untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang kemungkinan tidak dapat terlacak atau ditemukan dalam pembuatan atau melewatkan sebuah *flow* yang sudah ditetapkan sebelumnya dengan cara *test* yang sistematis di semua fungsi program sejalan dengan *flow working* pada program tersebut [12]. *Black box testing* merupakan pengujian kualitas perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas perangkat lunak. Pengujian *black box testing* bertujuan untuk menemukan fungsi yang tidak benar, kesalahan antarmuka, kesalahan pada struktur data, kesalahan performansi, kesalahan inisialisasi dan terminasi [13]. *Mean absolute error* (MAE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan *mean squared error* (MSE) adalah bentuk dari sebuah peramalan. Menurut [14], Peramalan adalah tugas ilmu data umum yang membantu organisasi dengan perencanaan kapasitas, penetapan tujuan, dan deteksi anomali. MAE, yaitu rata-rata nilai *absolute error* dari kesalahan meramal [15]. Selain itu, MAE salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan model peramalan. Nilai MAE menunjukkan rata-rata kesalahan (*error*) absolut antara hasil peramalan/prediksi dengan nilai riil [16]. Sementara itu, MAPE digunakan apabila ukuran *variable* pada peramalan yang dilakukan adalah faktor yang berpengaruh dalam melakukan evaluasi akurasi peramalan yang dilakukan [17]. MAPE menunjukkan tingkat kesalahan absolut hasil dari peramalan yang dilakukan dengan nilai yang sebenarnya dari hasil aktual yang diperoleh [18]. MSE merupakan rata-rata selisih kuadrat antara nilai yang diramalkan dan yang diamati [19]. Hal tersebut juga dijelaskan oleh [20] dimana MSE merupakan kesalahan nilai tengah kuadrat atau rata-rata kesalahan peramalan yang dikuadratkan, semakin kecil nilai MSE maka semakin kecil kesalahan hasil prediksi peramalan.

Sistem rekomendasi yang akan dibangun menerapkan metode mesin rekomendasi *user based filtering*. Pada Gambar 1 merupakan *flowchart* algoritma *user based filtering* yang akan diterapkan pada sistem yang akan dibangun.



Gambar 1. Flowchart Algoritma *User Based Filtering*

Adapun tahapan-tahapan pada Gambar 1 dijelaskan berdasarkan pada tahapan sebagai berikut:

1. Proses Data Inputan

Data masukan dalam sistem adalah data berupa nilai rating yang dipilih oleh pengguna pada sistem berupa nilai dari 1-5 dengan keterangan bagus hingga kurang bagus. Terdapat 6 produk yaitu (p1, p2, p3, p4, p5 dan p6) serta 6 orang *user* (U1, U2, U3, U4, U5, U6). Adapun untuk perhitungan rata-rata rating terhadap suatu produk dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (1).

$$\bar{x} = \frac{\text{Jumlah Nilai Keseluruhan Rating}}{\text{Jumlah Produk Yang Memiliki Rating}} \quad (1)$$

TABEL 1
PROSES DATA INPUTAN

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	Rata - Rata <i>Rating</i>
U1		5	4	3			4
U2			3	2	4	1	2.5
U3		5				3	4
U4	4			1			2.5
U5		2	2	4		5	3.25
U6		5		4			4.5

2. Mencari Nilai Similaritas

Tahap pada algoritma ini adalah mencari nilai kemiripan antar produk yang dibandingkan. Adapun untuk tahapannya sebagai berikut:

- Pada tahapan awal, untuk mengecek antara nilai rating diawali dengan mengecek nilai rating dua item terdekat yakni rating yang dimiliki oleh p2 dan p3 dan dilanjutkan dengan dua item terdekat berikutnya. p2 adalah pi dimana pi adalah produk i atau produk pertama dan pj adalah produk kedua yang akan dicari nilai similaritasnya.
- Lakukan pengecekan terhadap kolom dan baris pertama produk p2 dan p3, apabila ditemukan nilai yaitu 5 dan 4.
- Lakukan pengecekan kolom dan baris kedua dari produk p2 dan p3, maka mendapatkan nilai rating 2 dan 2.
- Pengecekan kolom dan baris akan terus dilakukan hingga baris terakhir yaitu baris ke 5.
- Setelah mendapatkan nilai rating antar produk selanjutnya adalah menghitung nilai kemiripan dari nilai rating yang sudah didapat.

Untuk mencari nilai similaritas, didapatkan dengan menggunakan rumus adjusted cosine similarity. Adapun rumus *adjusted cosine similarity* ditunjukkan pada persamaan (2)

(2)

$$S(i, j) = \frac{\sum_{u \in U} (Ru, i - \bar{R} u) (Ru, j - \bar{R} u)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (Ru, i - \bar{R} u)^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (Ru, j - \bar{R} u)^2}}$$

Dimana :

- S(i,j) : Nilai kemiripan antara item i dengan item j
 u U : Nilai user yang memberi rating baik item i maupun item j
 Ru,i : Rating user u pada item i
 Ru,j : Rating user u pada item j
 Ru : Nilai rating rata-rata user u

TABEL 2
REPRESENTASI ADJUSTED COSINE SIMILARITY

User	Ru, i	Ru, j	Ru
U1	5	4	4
U5	2	2	3.25

$$S(p2, p3) = \frac{(5-4)(4-4) + (2-3.25)(5-3.25)}{\sqrt{(5-4)^2 + (2-3.25)^2} \sqrt{(5-3.25)^2 + (4-4)^2}}$$

$$S(p2, p3) = \frac{(1)(0) + (-1.25)(-1.25)}{\sqrt{(5-4)^2 + (2-3.25)^2} \sqrt{(5-3.25)^2 + (4-4)^2}}$$

$$S(p2, p3) = \frac{1.5625}{\sqrt{(5-4)^2 + (2-3.25)^2} \sqrt{(5-3.25)^2 + (4-4)^2}}$$

$$S(p2, p3) = \frac{1.5625}{\sqrt{2.5625} \sqrt{1.5625}} = 0.780869$$

3. Mencari Nilai Prediksi Produk

Untuk mencari nilai prediksi dari produk, maka menggunakan metode weighted sum. Weighted sum akan digunakan untuk mencari nilai prediksi produk yang akan direkomendasikan kepada pelanggan. Pertama akan mencari nilai dari user U1. Perhitungannya dimulai dari kolom user yang belum pernah dinilai (rating). Ada 3 kolom produk yang belum dinilai oleh pelanggan, yaitu kolom produk p1, p5 dan p6. Adapun tahapan perhitungan dari mencari nilai prediksi produk sebagai berikut:

- Pada kolom pertama akan dicari nilai rating yang tidak kosong yaitu didapat nilai rating produk b.
- Setelah mendapatkan nilai produk maka akan dihitung dengan nilai rating pada produk ($b * similarity(a, b) / similarity(a, b)$).
- Sebelumnya dibandingkan apakah *similarity* dari kolom produk yang kosong memenuhi syarat perhitungan. Karena a dan b tidak mempunyai nilai kemiripan.
- Selanjutnya maju pada kolom yang kosong atau yang akan dicari prediksi nilainya dan dimulai mencari kolom yang ada nilai rating-nya. Setelah mendapatkan nilai rating pada kolom maka dibandingkan kembali apakah *similarity* antara produk yang ada nilai rating nya dengan produk yang kosong tersebut.

Adapun persamaan untuk mencari nilai perhitungan prediksi ditunjukkan pada persamaan (3).

$$P(u, j) = \frac{\sum_{i \in 1} (Ru, i \times Si, j)}{\sum_{i \in 1} |Si, j|} \quad (3)$$

$$P(u, j) = \frac{\sum_{i \in 1} (Ru, i \times Si, j)}{\sum_{i \in 1} |Si, j|}$$

$$P(u, j) = \frac{(4 \times 1)}{|1|}$$

$$P(u, j) = \frac{4}{|1|} = 4$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi program yang sudah dihasilkan melalui analisis diterapkan menggunakan bahasa pemrograman web menggunakan framework Codeigniter dan database menggunakan MySQL dengan algoritma *user based filtering*, yang digunakan dalam proses menentukan rekomendasi bagi pengguna terhadap

suatu item. Adapun beberapa menu yang terdapat pada sistem ini yakni menu beranda yang dimana menu ini adalah halaman awal ketika mengakses sistem; menu produk yang dimana menu ini menampilkan seluruh item yang ada, dan juga menu rekomendasi. Menu rekomendasi merupakan halaman yang merekomendasikan item kepada pengguna berdasarkan transaksi yang pernah dilakukannya.

Halaman Beranda

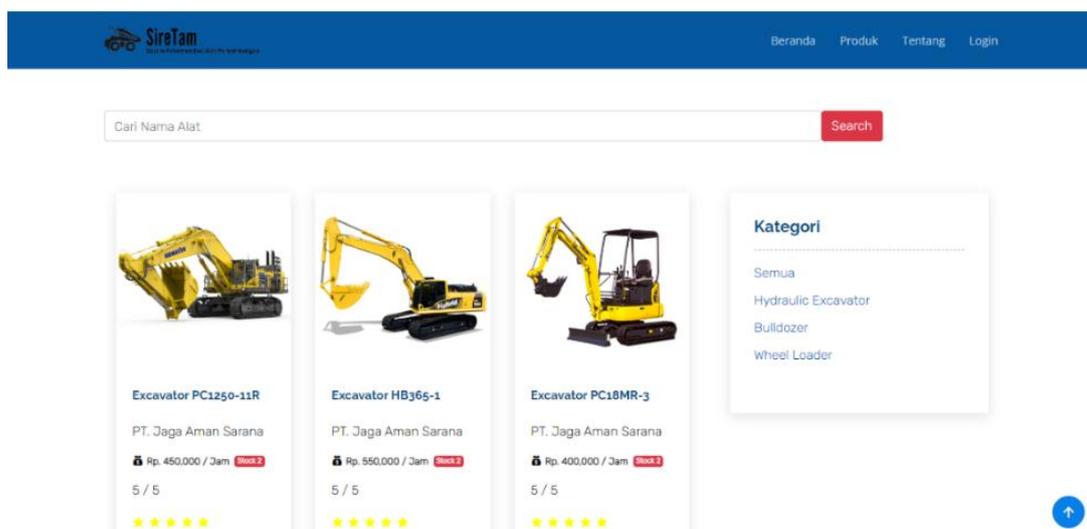
Halaman Beranda adalah tampilan awal ketika *user* mengakses sistem. Pada menu ini berisikan menu yang dapat dikunjungi serta *slider* yang terpasang pada sistem. Gambar 2 menunjukkan halaman beranda. Adapun menu yang terdapat pada halaman beranda antara lain produk, *tracking*, tentang, dan *login*.



Gambar 2. Halaman Beranda

Halaman Produk

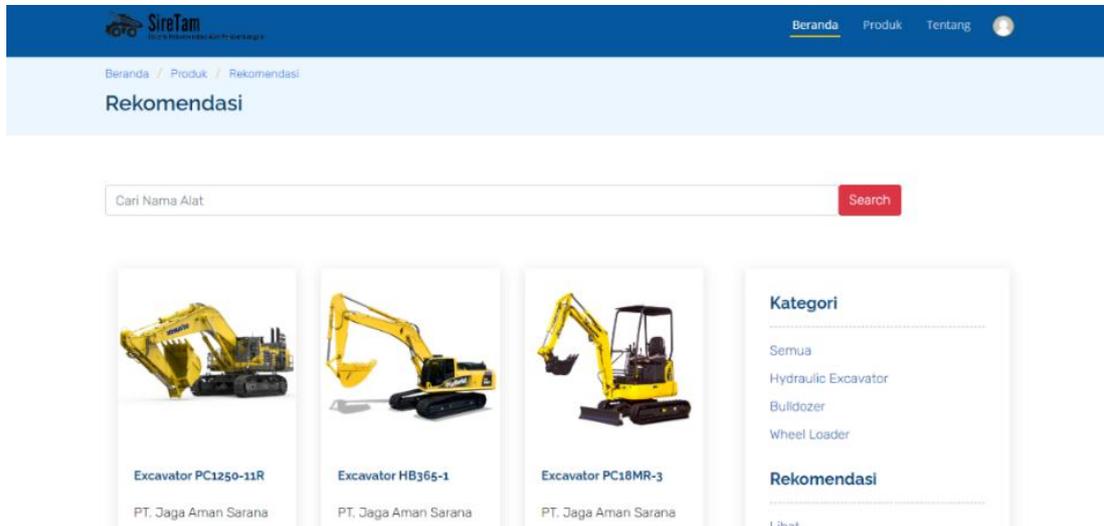
Halaman Produk adalah tampilan menu yang berisi produk-produk yang tersedia pada sistem. Pada menu ini *user* dapat memilih produk yang tersedia guna melakukan transaksi penyewaan. Gambar 3 menunjukkan halaman produk. *User* dapat melakukan pencarian produk untuk menemukan produk yang diinginkannya. Selain itu, *user* juga dapat melihat produk berdasarkan kategori tertentu dengan memilih kategori produk yang ingin ditampilkan dengan memilih kategori yang terdapat pada sisi sebelah kanan halaman produk.



Gambar 3. Halaman Produk

Halaman Rekomendasi

Halaman rekomendasi adalah tampilan menu yang berisi daftar item yang telah direkomendasikan oleh sistem pada *user*. Pada menu ini *user* akan mendapatkan rekomendasi dari sistem berdasarkan transaksi yang telah dilakukan. Halaman rekomendasi ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Halaman Rekomendasi

Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji perangkat lunak dari segi fungsionalitasnya. Pada fungsionalitas perangkat lunak ini diuji menyesuaikan dengan skenario pada tahap desain sistem. Tujuan pengujian *black box*, yaitu untuk mengetahui bagian-bagian dalam sistem aplikasi telah benar menampilkan pesan-pesan kesalahan jika terjadi kesalahan pada proses penginputan data. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.

TABEL 3
PENGUJIAN FUNGSIONALITAS SISTEM

Detail Uji	Output	Hasil Uji
Menu Beranda	Menampilkan Halaman Beranda	Valid
Menu <i>Login</i>	Menampilkan Halaman <i>Login</i>	Valid
Menu Membuat Akun	Menampilkan Halaman Buat Akun	Valid
Menu Produk	Menampilkan Halaman Produk	Valid
Menu Riwayat	Menampilkan Halaman Riwayat	Valid
Melihat Detail Riwayat	Menampilkan Halaman Detail Riwayat	Valid
Menu Tentang	Menampilkan Halaman Tentang	Valid
Menu Kategori	Menampilkan Produk Berdasarkan Kategori	Valid
Menu Transaksi Penyewaan	Menampilkan Halaman Transaksi Penyewaan	Valid
Menu Rekomendasi	Menampilkan Halaman Rekomendasi	Valid
Menu Ubah Profil	Menampilkan Halaman Ubah Profil	Valid
Menu Detail Produk	Menampilkan Halaman Detail Produk	Valid
Menu <i>Logout</i>	Menampilkan Halaman <i>Logout</i>	Valid
Menu <i>Login</i>	Menampilkan Halaman <i>Login</i>	Valid

Detail Uji	Output	Hasil Uji
Menu <i>Dashboard</i>	Menampilkan Halaman <i>Dashboard</i>	Valid
Menu Kelola Kategori	Menampilkan Halaman Kelola Kategori	Valid
Menu Tambah Kategori	Menampilkan Halaman Tambah Kategori	Valid
Menu <i>Update</i> Kategori	Menampilkan Halaman <i>Update</i> Kategori	Valid
Menu Hapus Kategori	Menampilkan Halaman Hapus Kategori	Valid
Menu Kelola <i>Supplier</i>	Menampilkan Halaman Kelola <i>Supplier</i>	Valid
Menu Tambah <i>Supplier</i>	Menampilkan Halaman Tambah <i>Supplier</i>	Valid
Menu <i>Update Supplier</i>	Menampilkan Halaman <i>Update Supplier</i>	Valid
Menu Hapus <i>Supplier</i>	Menampilkan Halaman Hapus <i>Supplier</i>	Valid
Menu Kelola Produk	Menampilkan Halaman Kelola Produk	Valid
Menu Tambah Produk	Menampilkan Halaman Tambah Produk	Valid
Menu <i>Update</i> Produk	Menampilkan Halaman <i>Update</i> Produk	Valid
Menu Hapus Produk	Menampilkan Halaman Hapus Produk	Valid
Menu Kelola Akun Pengguna	Menampilkan Halaman Kelola Akun Pengguna	Valid
Menu Tambah Akun Pengguna	Menampilkan Halaman Tambah Akun Pengguna	Valid
<i>Update</i> Akun Pengguna	Menampilkan Halaman <i>Update</i> Akun Pengguna	Valid
Menu Hapus Akun Pengguna	Menampilkan Halaman Hapus Akun Pengguna	Valid
Menu Detail Akun Pengguna	Menampilkan Menu Detail Akun Pengguna	Valid
Menu Kelola <i>Slider</i>	Menampilkan Halaman Kelola <i>Slider</i>	Valid
Menu Tambah <i>Slider</i>	Menampilkan Halaman Tambah <i>Slider</i>	Valid
Menu <i>Update Slider</i>	Menampilkan Halaman <i>Update Slider</i>	Valid
Menu Hapus <i>Slider</i>	Menampilkan Halaman Hapus <i>Slider</i>	Valid
Menu Kelola Transaksi	Menampilkan Halaman Kelola Transaksi	Valid
Menu Hapus Transaksi	Menampilkan Halaman Hapus Transaksi	Valid
Menu Aksi Transaksi	Menampilkan Halaman Aksi Transaksi	Valid
Menu Kelola Tentang	Menampilkan Halaman Kelola Tentang	Valid
Meni Ubah Profil	Menampilkan Halaman Ubah Profil	Valid
Menu <i>Logout</i>	Menampilkan Halaman <i>Logout</i>	Valid

Pengujian Akurasi Nilai Rekomendasi

Dalam pengujian untuk menentukan seberapa akurat hasil rekomendasi yang dilakukan oleh sistem kepada pengguna dapat dilakukan dengan cara melakukan uji nilai rekomendasi. Adapun uji nilai rekomendasi ini dapat dilakukan dengan menghitung nilai MAE. Jika nilai MAE semakin mendekati dengan nol, maka hasil akurasi yang dihasilkan semakin tinggi akurasi hasil prediksi. Perhitungan nilai akurasi rekomendasi ini dilakukan dengan menggunakan skenario 50 user serta 35 data item.

1. Tahapan Proses Menghitung Nilai Similaritas

Pada tahapan ini seluruh rating berdasarkan transaksi yang dilakukan pengguna dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan 1 sehingga diperoleh nilai similaritas seperti yang ditampilkan pada Tabel 4. Adapun nilai similaritas antar item yang terdapat pada Tabel 4 adalah berdasarkan hasil perhitungan diambil dari 50 user yang telah memberikan rating kepada setiap item.

TABEL 4
 NILAI SIMILARITAS ANTAR ITEM

Similaritas(ItemA,ItemB)	Nilai Similaritas
Sim(Item1,Item2)	-0,00036
Sim(Item1,Item3)	0,00166
Sim(Item1,Item4)	-0,00092
Sim(Item1,Item5)	-0,00315
Sim(Item1,Item6)	-0,00244
Sim(Item1,Item7)	-0,00087
Sim(Item1,Item8)	0,00387
Sim(Item1,Item9)	0,00099
Sim(Item1,Item10)	-0,00620
Sim(Item1,Item11)	0,00655

2. Tahapan Proses Menghitung Nilai Prediksi

Seluruh hasil perhitungan similaritas kemudian diproses untuk kemudian mendapatkan nilai prediksi tiap produk yang telah diberi *rating* oleh pengguna dengan menggunakan Persamaan 3. Prediksi nilai rating pengguna terhadap *item* yang belum di rating dilakukan dengan cara menjumlahkan secara keseluruhan nilai hasil perkalian *rating user* terhadap *item* i dengan similaritas item i terhadap item j dan kemudian keseluruhan nilai hasil yang telah didapatkan dibagi dengan nilai absolut seluruh nilai similaritas item i terhadap item j. Tabel 5 menampilkan hasil perhitungan prediksi oleh sistem terhadap item yang belum dilakukan pemberian rating. Pembulatan nilai prediksi rating dilakukan dikarenakan pada sistem, nilai rating yang digunakan adalah nilai satu sampai lima. Adapun rating satu sampai lima yang digunakan adalah parameter yang digunakan untuk menghitung guna menghasilkan nilai prediksi.

TABEL 5
 NILAI PREDIKSI

Prediksi(User,Item)	Nilai Prediksi	Nilai Prediksi (Hasil Pembulatan)
Pred(User46,Item34)	3,51	4
Pred(User47,Item34)	3,29	3
Pred(User48,Item34)	3,33	3
Pred(User49,Item34)	3,21	3
Pred(User50,Item34)	3,24	3
Pred(User46,Item35)	3,50	3
Pred(User47,Item35)	3,45	3
Pred(User48,Item35)	3,25	3
Pred(User49,Item35)	3,28	3
Pred(User50,Item35)	3,57	4

3. Tahapan Proses Menghitung Nilai Mean Absolute Error (MAE)

Perhitungan nilai MAE menggunakan dua buah data, yakni data aktual yang didapatkan melalui pemberian rating oleh pengguna dan data prediksi berdasarkan pada Tabel 4. Tabel 6 menampilkan hasil perhitungan nilai MAE.

TABEL 6
 NILAI MAE

Nilai Prediksi	Nilai Aktual	Kesalahan
3,51	5	1,48949
3,29	1	2,28517
3,33	5	1,67234
3,21	4	0,79124
3,24	1	2,23781
3,50	5	1,50237
3,45	1	2,44618
3,25	4	0,75206
3,28	5	1,71988
3,57	5	1,42796
Total		16,32450
n		1744
MAE		0,00936

Berdasarkan hasil MAE pada Tabel 6, nilai yang dihasilkan sebesar 0,00936 sehingga nilai akurasi rekomendasi yang diberikan oleh sistem adalah 99,99064 %.

4. Perhitungan Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Perhitungan nilai MAPE menggunakan dua buah data, yakni data aktual yang didapatkan melalui pemberian rating oleh pengguna dan data prediksi berdasarkan pada Tabel 4. Tabel 7 menampilkan hasil perhitungan nilai MAPE.

TABEL 7
 NILAI MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (MAPE)

Nilai Prediksi	Nilai Aktual	$ ((\text{Aktual}-\text{Prediksi})/\text{Aktual}) *100$
3,51	5	42,42929
3,29	1	69,56019
3,33	5	50,25569
3,21	4	24,65882
3,24	1	69,11489
3,50	5	42,95374
3,45	1	70,98239
3,25	4	23,15514
3,28	5	52,43354
3,57	5	39,97619
Total		485,51988
n		1744
MAPE		27,83944

Berdasarkan hasil MAPE pada Tabel 7, keakuratan dalam proses melakukan prediksi atau peramalan, yakni 27,84 % yang menunjukkan bahwa interpretasi dari keakuratan berdasarkan skenario pengujian yang

telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik. Pada proses perhitungan nilai MAPE, suatu peramalan dikatakan sangat akurat jika nilai MAPE sebesar $\leq 10\%$. Jika bernilai 10-20 % maka dikategorikan sebagai baik. Jika nilai MAPE berada diantara 20-50 % maka dikategorikan sebagai cukup baik sedangkan jika nilai MAPE $> 50\%$ maka dikategorikan tidak akurat.

5. Perhitungan Nilai Mean Squared Error (MSE)

Perhitungan nilai MSE menggunakan dua buah data, yakni data aktual yang didapatkan melalui pemberian rating oleh pengguna dan data prediksi berdasarkan pada Tabel 4. Tabel 8 menampilkan hasil perhitungan nilai MSE.

TABEL 8
 NILAI MEAN SQUARED ERROR (MSE)

Nilai Prediksi	Nilai Aktual	Kesalahan Kuadrat
3,51	5	2,21857
3,29	1	5,22201
3,33	5	2,79672
3,21	4	0,62606
3,24	1	5,00778
3,50	5	2,25710
3,45	1	5,98381
3,25	4	0,56560
3,28	5	2,95799
3,57	5	2,03908
Total		29,67422
n		1744
MSE		0,01702

Berdasarkan hasil MSE pada Tabel 8, nilai *mean squared error* yang rendah atau nilai *mean squared error* mendekati nol menunjukkan bahwa hasil peramalan sesuai dengan data aktual dan dapat dijadikan perhitungan peramalan berikutnya. Adapun berdasarkan dari ketiga pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil bahwa sistem rekomendasi yang telah dibangun dapat memberikan rekomendasi kepada pengguna sistem.

IV. KESIMPULAN

Sistem rekomendasi yang dibangun telah berhasil memberikan rekomendasi yang sesuai kepada pelanggan yang telah melakukan transaksi penyewaan alat pertambangan. Algoritma metode mesin rekomendasi *User Based Filtering* dapat diterapkan pada sistem rekomendasi alat pertambangan yang telah dibangun. Pada pengujian akurasi nilai rekomendasi, nilai masing-masing yang didapatkan pada perhitungan MAE adalah nilai yang merepresentasikan rata-rata kesalahan (error) absolut antara hasil peramalan dengan nilai sebenarnya dan didapatkan nilai MAE sebesar 0,00936 sehingga akurasi rekomendasi yang dihasilkan adalah 99,99064%. Kemudian untuk nilai MAPE atau nilai akurasi perkiraan (prediksi) didapatkan nilai sebesar 27,84% yang menunjukkan bahwa interpretasi dari keakuratan berdasarkan skenario pengujian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik, serta untuk nilai MSE atau representasi dari estimasi berapa nilai kesalahan pada peramalan yang didapatkan adalah 0,01702. Adapun beberapa saran yang perlu diperhatikan guna pengembangan selanjutnya untuk sistem ini, yaitu sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur transaksi pembelian alat pertambangan. Sistem dapat dikolaborasi pula menggunakan algoritma metode mesin rekomendasi lainnya sehingga dapat memberikan nilai akurasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Utami, "Indonesia Produsen Nikel Terbesar Dunia," 2020.

- <https://www.medcom.id/ekonomi/bisnis/nbw1YdJk-indonesia-produsen-nikel-terbesar-dunia> (accessed Dec. 03, 2022).
- [2] M. I. Maulana, "Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Produk E-Commerce Ishop Dengan Metode Collaborative Filtering," Nusa Tenggara Barat, 2020.
- [3] K. Nugroho, "Metode Collaborative Filtering Dalam Penampilan Rekomendasi Produk Dalam Aplikasi Chatbot Dan Mesin Rekomendasi Berbasis Web : Studi," vol. 1, no. 1, 2018.
- [4] S. Indrawati, N. Nafi'iyah, and S. P.Hadi, "Penerapan Algoritma User-Based Filtering Dalam Memberikan Rekomendasi Barang Pada Toko Bin Wahab," *Insa. Comtech*, vol. 5, no. 1, pp. 27–39, 2020.
- [5] D. Nugraha, T. W. Purboyo, and R. A. Nugrahaeni, "Sistem Rekomendasi Film Menggunakan Metode User Based Collaborative Filtering," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, p. 6765, 2021.
- [6] G. Ferio, R. Intan, and S. Rostianingsih, "Sistem Rekomendasi Mata Kuliah Pilihan Menggunakan Metode User Based Collaborative Filtering Berbasis Algoritma Adjusted Cosine Similarity," *J. Infra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [7] A. S. Girsang, "Sistem rekomendasi-Content Based," 2020.<https://mti.binus.ac.id/2020/11/17/sistem-rekomendasi-content-based/>
- [8] R. D. Putri *et al.*, "Aplikasi E-Commere Pada Horny Cupcakes," vol. 11, no. 1, pp. 31–35, 2019.
- [9] A. N. Khusna, K. P. Delasano, and D. C. E. Saputra, "Penerapan User-Based Collaborative Filtering Algorithm," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 2, pp. 293–304, 2021, doi: 10.30812/matrik.v20i2.1124.
- [10] A. Solichin, "Rekomendasi Keterampilan Teknologi Informasi Menggunakan Metode User-Based Collaborative Filtering dan Log-Likelihood Similarity Information Technology Skills Recommendations Using User-Based Collaborative Filtering and Log-Likelihood Similarity Methods," *Cogito Smart J. /*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [11] F. Supriadi, "Penerapan Metode Rational Unified Process Pada Perancangan Abstrak," vol. 10, no. 02, pp. 59–64, 2019, [Online]. Available: <https://binus.ac.id/malang/2020/07/rational-unified-process/%0Afile:///C:/Users/aiman/Downloads/45-202-3-PB.pdf>
- [12] J. Shadiq, A. Safei, and R. W. R. Loly, "Pengujian Aplikasi Peminjaman Kendaraan Operasional Kantor Menggunakan BlackBox Testing," *Inf. Manag. Educ. Prof. J. Inf. Manag.*, vol. 5, no. 2, p. 97, 2021, doi: 10.51211/imbi.v5i2.1561.
- [13] L. Setiyani, "Pengujian Sistem Informasi Inventory Pada Perusahaan Distributor Farmasi Menggunakan Metode Black Box Testing," *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.36805/technoexplore.v4i1.539.
- [14] S. J. Taylor and B. Letham, "Forecasting at Scale," *Am. Stat.*, vol. 72, no. 1, pp. 37–45, 2018, doi: 10.1080/00031305.2017.1380080.
- [15] D. Gunawan and W. Joni, "Perancangan Sistem Informasi Purchase Order Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing," *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. dan Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 13–18, 2020.
- [16] A. A. Suryanto, "Penerapan Metode Mean Absolute Error (Mea) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi," *Saintekbu*, vol. 11, no. 1, pp. 78–83, 2019, doi: 10.32764/saintekbu.v11i1.298.
- [17] I. Nabillah and I. Ranggadara, "Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut," *JOINS (Journal Inf. Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 250–255, 2020, doi: 10.33633/joins.v5i2.3900.
- [18] A. M. Maricar, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ," *J. Sist. dan Inform.*, vol. 13, no. 2, pp. 36–45, 2019, [Online]. Available: <https://www.jsi.stikom-bali.ac.id/index.php/jsi/article/view/193>
- [19] U. Azmi, Z. N. Hadi, and S. Soraya, "ARDL METHOD: Forecasting Data Curah Hujan Harian NTB," *J. Varian*, vol. 3, no. 2, pp. 73–82, 2020, doi: 10.30812/varian.v3i2.627.
- [20] R. Ramadania, "Peramalan Harga Beras Bulanan di Tingkat Penggilingan dengan Metode Weighted Moving Average," *Bimaster*, vol. 7, no. 4, pp. 329–334, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/28402/75676578415>