

Rancang Bangun Sistem E-Tendering Kerajinan Khas Bali Dengan Metode Hybrid Collaborative Filtering

I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan^{a1}, I Wayan Rudi Eri Astawan^{a2}, Ida Bagus Made Mahendra^{b3},
Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati^{b4}, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan^{b5}, I Gusti Ngurah
Anom Cahyadi Putra^{b6}

^aProgram Studi Teknik Informatika, Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus Unud, Badung, 08361, Bali, Indonesia

¹ gungde@unud.ac.id

²rudiaastawan43@gmail.com

³ibm.mahendra@unud.ac.id

⁴eka.karyawati@unud.ac.id

⁵dewabayu@unud.ac.id

⁶anom.cp@unud.ac.id

Abstrak

Bali merupakan salah satu daerah di Indonesia yang mempunyai banyak kerajinan. Banyak peminat yang menjadikan kerajinan khas Bali sebagai souvenir maupun digunakan sendiri. Banyaknya peminat belum diimbangi dengan informasi lokasi pemesanan kerajinan khas Bali. *E-tendering* akan memudahkan pembeli dalam melakukan pemesanan kerajinan khas Bali. *E-tendering* merupakan cara pemilihan penyedia barang/jasa yang diikuti oleh semua penyedia barang/jasa yang terdaftar pada sistem pengadaan elektronik. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai berdasarkan spesifikasi pengguna digunakan sistem rekomendasi. Sistem rekomendasi adalah sistem yang memberikan rekomendasi kepada pengguna dalam menemukan tempat pembuatan kerajinan khas Bali berdasarkan kriteria serta pengguna sebelumnya. Sistem rekomendasi ini dibangun menggunakan metode ICHM (*item-based clustering hybrid method*) dan algoritma *slope one*. Sistem ini akan memberikan rekomendasi berupa tempat pemesanan kerajinan khas Bali berdasarkan *rating* item dan konten item. Pengujian menggunakan MAE (*Mean Average Error*) yang mendapatkan nilai kurang dari 1,000. Semakin rendah nilai MAE maka nilai rekomendasi semakin akurat.

Kata Kunci: ICHM, Kerajinan Khas Bali, Rekomendasi, Slope One

1. Pendahuluan

Bali merupakan salah satu daerah di Indonesia yang mempunyai banyak jenis kerajinan. Salah satunya adalah kerajinan khas Bali yang memiliki keunikan dan keagungannya sendiri sesuai dengan kebutuhan dan kegunaannya, serta banyak mengandung unsur-unsur budaya Bali [4]. Jenis-jenis kerajinan khas Bali diantaranya lukisan khas Bali, kerajinan emas dan perak, topeng, kain endek dan songket, gamelan, anyaman dan patung khas Bali. Kerajinan khas Bali menjadi kerajinan yang dicari dan sangat digemari karena kerajinan khas Bali begitu unik dan menjadi ciri khas yang dapat dijadikan oleh-oleh atau souvenir bagi wisatawan yang berkunjung ke Bali dan juga sebagai pilihan souvenir untuk acara-acara perusahaan yang mengadakan acara *gathering* perusahaan atau pertemuan kantor di Bali. Banyaknya peminat dari kerajinan khas Bali tidak diimbangi dengan informasi pemesanan produk kerajinan, banyak calon pembeli yang masih kesulitan mencari tempat yang bisa memesan produk kerajinan khas Bali. Selama ini proses pemesanan kerajinan khas Bali yang masih dilakukan secara konvensional, calon pembeli harus datang langsung ke tempat pengerajin atau pelaku usaha kerajinan untuk mendapatkan informasi mengenai kerajinan dan memesan kerajinan secara langsung.

Dari permasalahan diatas maka diperlukan sebuah *e-tendering* (Sistem Pengadaan Secara Elektronik) yang akan memudahkan konsumen dalam melakukan pemesanan kerajinan khas Bali. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia [10] menyatakan bahwa tender merupakan kegiatan atau tawaran untuk mengajukan harga, melakukan pemborongan pekerjaan, atau menyediakan barang. Sistem *e-tendering* dibangun pada penelitian ini menggunakan *Hybrid Collaborative Filtering* yang akan

membuat sistem *e-tendering* ini memiliki keunikan karena memberikan beberapa rekomendasi pengerajin atau pelaku usaha yang bisa mengerjakan kerajinan yang sudah di tenderkan sebelumnya. *E-tendering* ini akan menyediakan fitur tender yang dapat digunakan pembuat jasa kerajinan untuk mendapatkan proyek kerajinan, dimana para pembuat kerajinan hanya akan diminta memberikan penawaran harga ke tender proyek yang diinginkan. Dalam proses rekomendasi ini akan menggunakan beberapa kriteria untuk mendukung proses rekomendasi diantaranya adalah harga, *rating*, dan histori proyek tender. Dimana hasil rekomendasi yang akan diberikan berdasarkan kriteria yang dimasukkan oleh para pelaku usaha. Semetara nilai *rating* akan didapatkan saat sebuah proyek selesai dilakukan maka dari sistem akan meminta nilai kepuasan dari pengguna.

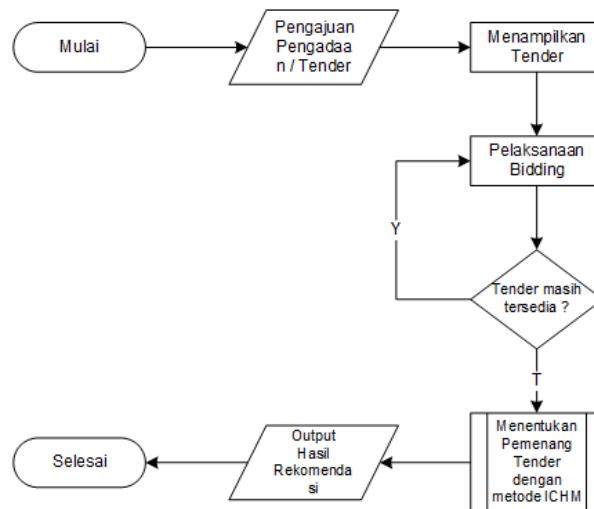
2. Metode Penelitian

2.1 Data Penelitian

Pada tahapan pengumpulan data menggunakan metode studi pustaka dari beberapa referensi diantaranya buku, jurnal, hasil penelitian, skripsi atau tesis yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Hasil dari tahapan pengumpulan data mendapatkan data tempat kerajinan khas Bali sebanyak 50 data.

2.2 Desain Sistem

Desain Sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali akan diilustrasikan dalam bentuk *flowchart* :



Pada *flowchart* dapat dilihat alur dari sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali. Pertama dilakukan pengajuan sebuah pengadaan pada sistem, kemudian sistem akan menampilkan tender diteruskan dengan proses *bidding* atau penawaran harga. proses *bidding* ini hanya bisa dilakukan saat tenggang waktu pengadaan masih tersedia, jika waktu pengadaan sudah berakhir maka data *bidding* akan diproses menggunakan metode ICHM untuk mendapatkan hasil rekomendasi pemenang tender.

2.3 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi merupakan sebuah model aplikasi yang dapat memberikan sebuah rekomendasi dari keinginan pelanggan berdasarkan hasil observasi yang dilakukan [3]. Metode rekomendasi, dibagi dalam beberapa klasifikasi yaitu *content-based recommendation*, *collaborative based recommendation* dan *hybrid based recommendation* [5].

2.4 Tender dan E-tendering

- Tender adalah suatu rangkaian proses kegiatan penawaran untuk menyeleksi, mendapatkan, menetapkan serta menunjukan suatu perusahaan yang paling pantas untuk mengerjakan suatu paket pekerjaan [1].
- E-tendering* adalah suatu tata cara pemilihan penyedia barang/jasa yang dilaksanakan secara terbuka dan dapat diikuti oleh semua penyedia yang terdaftar pada Sistem Pengadaan Secara Elektronik dengan memberikan satu kali penawaran dalam waktu yang telah ditentukan [6].

2.5 Hybrid Collaborative Filtering Recommendation

Metode *hybrid collaborative filtering* secara umum dapat diartikan bahwa pendekatan *hybrid recommendations* menggabungkan lebih dari satu metode yang ada pada *recommender system*, kombinasi yang ada pada teknik ini misalnya dengan menggabungkan metode *content based* dengan *collaborative filtering* [7]. Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk penggabungan dalam metode *hybrid collaborative filtering* yaitu Penggabungan secara Linier (*Linear Combination*), Penggabungan secara Sekuensial (*Sequential Combination*), Peggabungan secara *Item-based Clustering Hybrid Method (ICHM)* [8].

2.6 Item-Based Clustering Hybrid Method

Item-Based Clustering Hybrid Method (ICHM) merupakan salah satu metode berbasis *hybrid* yang digunakan untuk menggabungkan pendekatan *Content-Based Filtering* dan *Collaborative Filtering* [9].

- a. Implementasikan algoritma *clustering* pada konten item. Kemudian hitung nilai peluang setiap *item* ke setiap klaster untuk membangun matrik *group-rating*. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *K-Means Clustering*.

$$Pro(j, k) = 1 - \frac{CS(j, k)}{\max CS(i, k)} \quad (1)$$

Dimana :

$Pro(j, k)$: Merupakan peluang item j untuk menjadi bagian dari klaster k

$CS(j, k)$: Merupakan *counter-similarity* antara item j dan klaster k , menggunakan persamaan *Euclidean Distance*.

$\max CS(i, k)$: Nilai *similarity* terbesar antara sebuah item dan klaster k .

- b. Perhitungan *similarity* dilakukan pada matriks *group-rating* dan matriks *item-rating*, lalu hasilnya digabungkan untuk perhitungan prediksi. Persamaan *pearson correlation-based similarity* merupakan persamaan berbasis korelasi digunakan untuk menghitung *similarity item-rating*, dengan persamaan sebagai berikut.

$$sim(i, j) = \frac{\sum_{n=1}^m (R_{u,i} - \bar{R}_i)(R_{u,j} - \bar{R}_j)}{\sqrt{\sum_{n=1}^m (R_{u,i} - \bar{R}_i)^2} \sqrt{\sum_{n=1}^m (R_{u,j} - \bar{R}_j)^2}} \quad (2)$$

Dimana :

$sim(i, j)$: Nilai *similarity* antara item i dan item j

m : Jumlah total *user* yang *me-rating* item i dan item j

\bar{R}_i dan \bar{R}_j : Rating rata – rata pada item i dan item j

$R_{u,i}$ dan $R_{u,j}$: *User* u *me-rating* item i dan item j

- c. Persamaan *Adjusted Cosine Similarity* digunakan untuk menghitung *similarity group-rating*, dengan persamaan sebagai berikut.

$$sim(k, l) = \frac{\sum_{u=1}^m (R_{u,k} - \bar{R}_u)(R_{u,l} - \bar{R}_u)}{\sqrt{\sum_{u=1}^m (R_{u,k} - \bar{R}_u)^2} \sqrt{\sum_{u=1}^m (R_{u,l} - \bar{R}_u)^2}} \quad (3)$$

Dimana :

$sim(k, l)$: Nilai *similarity* antara item k dan item l

\bar{R}_u : Rata – rata nilai klaster u

$R_{u,k}$ dan $R_{u,l}$: Nilai klaster u dengan item k atau item l

- d. Menghitung prediksi *rating* untuk suatu item dibagi menjadi dua berdasarkan kasus atau kondisi, yaitu non *cold-start problem* dan *cold-start problem*.

1. Non cold-start problem

Non cold-start problem merupakan kondisi item yang sudah mendapatkan *rating* dari beberapa *user*. Kondisi ini menggunakan metode *weighted average of deviation* yang didapat dari rata – rata item yang telah di-*rating*, dengan persamaan sebagai berikut.

$$P_{u,k} = \bar{R}_k + \frac{\sum_{i=1}^n (R_{u,i} - \bar{R}_i) \times \text{sim}(k, i)}{\sum_{i=1}^n |\text{sim}(k, i)|} \quad (4)$$

Dimana :

$P_{u,k}$: Prediksi *rating* item k untuk *user* u.

n : Jumlah *rated item* *user* u.

$R_{u,i}$: *Rating* dari *user* u untuk item i.

\bar{R}_k dan \bar{R}_i : *Rating* rata – rata untuk item k dan item i.

$\text{sim}(k, i)$: *Similarity* antara item k dengan seluruh *rated item active user*.

2. Cold-start problem

Cold-start problem merupakan kondisi item baru masuk kedalam sistem dan belum mendapat *rating* sama sekali oleh *user*. Metode yang digunakan adalah *weighted sum*, dengan persamaan sebagai berikut.

$$P_{u,k} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{u,i} \times \text{sim}(k, i)}{\sum_{i=1}^n |\text{sim}(k, i)|} \quad (5)$$

Dimana :

$P_{u,k}$: Prediksi *rating* item k untuk *user* u.

n : Jumlah *rated item* *user* u.

$R_{u,i}$: *Rating* dari *user* u untuk item i.

$\text{sim}(k, i)$: Nilai *similarity* antara item k dengan seluruh *rated item active user*

1.6 Desain Evaluasi Sistem

Pada tahap pengujian sistem merupakan tahap untuk melakukan perancangan skenario untuk pengujian sistem. Pada penelitian ini akan menggunakan empat jenis pengujian sistem yaitu *White Box Testing*, *Black Box Testing*, *Stress Testing* dan *Accuracy Testing*.

a. Black Box Testing

Black box testing merupakan salah satu pengujian sistem yang biasanya berupa perancangan *test case* yang menunjukkan apakah data yang dimasukan sesuai dengan keluaran yang diharapkan oleh kebutuhan pengguna.

b. Stress Testing

Stress testing merupakan pengujian yang bertujuan untuk melihat kemampuan sistem dalam menangani kebutuhan dari sumber daya yang tidak normal dan untuk menangani jumlah maksimum yang bisa di-*handle* oleh sistem.

c. Accuracy Testing

Mean Average Error atau MAE merupakan salah satu metode standar statistika dalam pengujian suatu tingkat akurasi dari sebuah sistem rekomendasi [2]. MAE melakukan perhitungan kesalahan antara *rating* yang sebenarnya dari pengguna (p_i) dan *rating* dari prediksi yang merupakan hasil dari perhitungan yang dilakukan oleh sistem (q_i). Semakin kecil nilai yang didapat dari hasil perhitungan MAE maka prediksi yang dihasilkan semakin akurat.

$$MAE = \sum_{i=1}^n \frac{|p_i - q_i|}{N} \quad (6)$$

d. White Box Testing

White box testing merupakan salah satu pengujian sistem yang digunakan untuk melakukan validasi desain, keputusan, asumsi dan menemukan kesalahan pemrograman dan kesalahan implementasi dalam perangkat lunak. Metode yang digunakan dalam pengujian *white box* adalah metode basis *path*. Berikut rancangan pengujian *white box* dengan menggunakan basis *path*, yaitu sebagai berikut:

1. Mengubah *pseudocode* metode *simplex* menjadi *flowchart* kemudian menjadi *flow graph* sehingga menggambarkan alur dari algoritma.

2. Dari *flow graph*, dapat dihitung *cyclomatic complexity*, yakni :

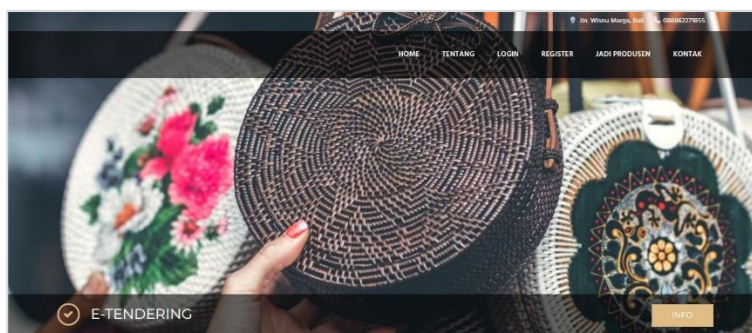
$$V(G) = \text{Jumlah Busur} - \text{Jumlah simpul} + 2 \quad (7)$$

Berdasarkan jumlah *Cyclomatic Complexity* maka dapat dibuat jalur (*path*) pengujian sesuai *flow graph*.

3. Hasil dan Pembahasan

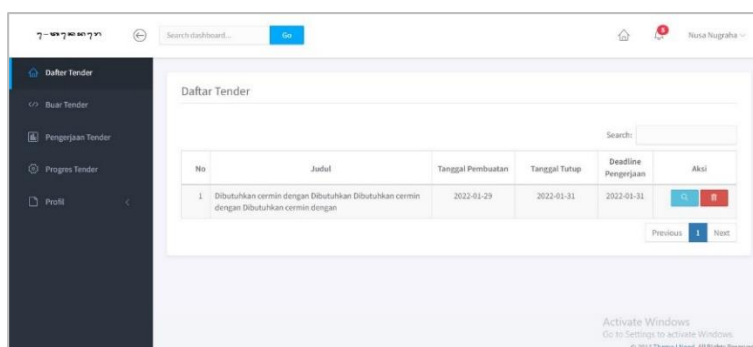
3.1 Implementasi Sistem

Sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali dibangun dengan metode pengembangan sistem SDLC (*System Development Life Cycle*). Sistem *e-tendering* ini dibangun dengan tiga sisi *users* yaitu Produsen, Konsumen, dan Admin. Pada sisi Produsen, sistem dirancang untuk memberikan kemudahan mendapatkan sebuah proyek kerajinan dengan mengikuti tender terbuka dengan memberikan penawaran serta kualitas terbaik. Kemudian pada sisi Konsumen, sistem dirancang untuk memberikan kemudahan dalam membuat kerajinan, serta mendapatkan harga dan kualitas yang paling sesuai. Sedangkan pada sisi admin, sistem dirancang untuk dapat mengelola keseluruhan data produsen, konsumen, tender, dan proses lamaran dalam *e-tendering* kerajinan. Untuk pengiriman hasil kerajinan bisa dikomunikasikan lebih lanjut oleh produsen dan konsumen.



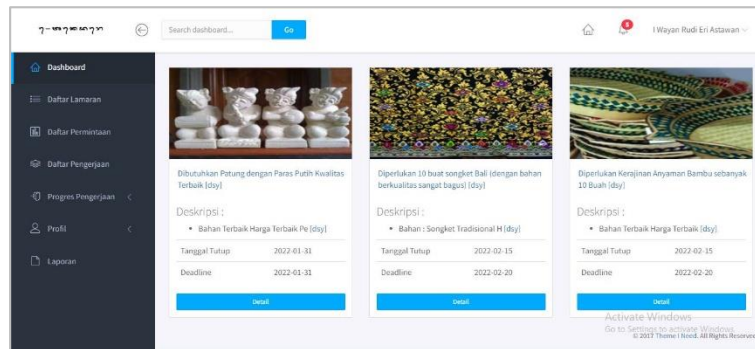
Gambar 1. Tampilan Awal Sistem

Pada tampilan awal sistem terdapat beberapa fitur yang dapat digunakan oleh *users*, diantaranya fitur *login*, *register*, *contact*, daftar tender yang terbaru yang baru didaftarkan ke sistem, daftar tender yang sudah memasuki tahap pengerjaan dan beberapa informasi lainnya.



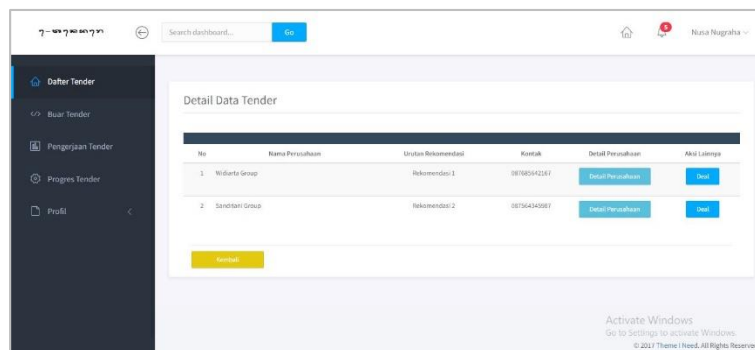
Gambar 2. Tampilan Pendaftaran Pengadaan/Tender

Pada menu tender ini sistem menyediakan beberapa menu yang dapat digunakan oleh pengguna yaitu daftar tender, buat tender, pengerjaan tender, progres tender. Pengguna dapat mengajukan pengadaan kerajinan khas Bali dengan mendaftar terlebih dahulu pada sistem dengan memberikan beberapa data mengenai tender yang akan diajukan diantaranya judul tender, deskripsi tender, tanggal tutup, *deadline* pengerjaan, dan gambar dari tender yang ingin diajukan.



Gambar 3. Tampilan Pengadaan/Tender yang Sedang Berjalan

Merupakan halaman yang digunakan oleh para pengerajin (produsen) untuk melihat daftar pengadaan yang sedang berjalan. Pada halaman ini terdapat beberapa fitur yang dapat digunakan dalam sistem, diantaranya adalah fitur *bidding* (penawaran harga), menerima pemesanan dan melakukan pengerjaan pemesanan. Untuk mengikuti proses *bidding* produsen pertama harus mengakses halaman *dashboard* dimana ditampilkannya jenis-jenis pengadaan yang dapat diajukan penawaran. Setelah memilih sebuah tender, produsen dapat mengajukan penawaran harga dan juga kelengkapan yang lainnya. Untuk hasil pemenang tender akan diumumkan setelah tanggal tender berakhir yang akan ditampilkan pada halaman konsumen. Jika konsumen ada tertarik pada salah satu produsen maka konsumen akan mengajukan pengerjaan tender, dan produsen dapat mengerjakan tender yang sudah disepakati tersebut.



Gambar 4. Tampilan Pemenang Tender (Rekomendasi)

Hasil rekomendasi pemenang tender dapat dilihat pengguna (konsumen) pada menu daftar tender dengan memilih salah satu tender. Hasil rekomendasi ini hanya dapat dilihat ketika tanggal tender sudah berakhir dikarenakan ada sebuah kondisi yang mengatur jika tanggal tender sudah berakhir baru metode *ichm* akan dijalankan. Metode *ICHM* akan memproses dua data *input* yaitu *rating* dan konten, data *input rating* akan diproses nilai kemiripannya dengan menggunakan *adjust cosine similarity*, sementara data konten akan di proses menggunakan *correlation based similarity*. Setelah kedua proses tersebut selesai akan dilakukan perhitungan *total user similarity* menggunakan proses *linear combination* kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai prediksi *cold start problem* dan *non cold start problem*. Hasil prediksi akan diurutkan secara *descending* dan ditampilkan pada halaman konsumen.

3.2 Evaluasi Sistem

Pada bagian ini dijelaskan pengujian yang diterapkan pada sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali.

a. Pengujian *Black Box*

Pengujian *blackbox* digunakan untuk menguji fungsionalitas dari sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan *input* dan *output* dari sistem sudah sesuai dengan apa yang diharapkan. Berikut merupakan hasil pengujian *blackbox* dari sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Blackbox Testing* Sistem *E-tendering*

ID	Deskripsi Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
	Pengujian Pada Proses <i>Login</i>	Sistem melakukan proses <i>login</i> ke dalam sistem.	Pengguna berhasil <i>login</i> kedalam sistem	Sesuai
	Pengujian pada proses register pengguna	Sistem memberikan <i>form</i> pendaftaran dan menyimpan data pengguna pada <i>database</i>	Sistem mampu memberikan <i>form</i> pendaftaran pada pengguna serta dapat menyimpan data pengguna ke dalam <i>database</i>	Sesuai
	Pengujian pada proses pendaftaran pengadaan/tender	Sistem memberikan <i>form</i> pendafaran serta menyimpan data pengadaan pada <i>database</i>	Sistem dapat menampilkan <i>form</i> pendaftaran, setelah selesai memasukkan data, data dapat tersimpan di <i>database</i>	Sesuai
	Menampilkan data pengadaan yang ditenderkan	Sistem menampilkan daftar pengadaan yang akan ditenderkan	Sistem dapat menampilkan daftar pengadaan yang akan ditenderkan.	Sesuai
	Melakukan proses <i>bidding</i>	Sistem menangani proses <i>bidding</i>	Sistem dapat menangani proses <i>bidding</i> , dari memberikan <i>form bidding</i> sampai dengan menyimpan data <i>bidding</i> ke <i>database</i>	Sesuai
	Memberikan pemenang tender (rekomendasi)	Sistem memberikan beberapa rekomendasi pengerajin kerajinan khas Bali	Sistem dapat memberikan daftar pengerajin yang masuk rekomendasi yang paling sesuai berdasarkan metode ICHM	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian *blackbox testing* pada sistem *e-tendering* dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian adalah sesuai harapan.

b. Pengujian *White Box*

Pada pengujian *white box* ini merupakan pengujian yang dilakukan untuk menguji dan menganalisis kode program bilamana terjadi kesalahan atau tidak di sebut dengan pengujian *white box*. Pengujian *white box* ini dilakukan dengan melihat *pure* kode tanpa melihat tampilan *interface* dari halaman sistem. Di dalam metode ICHM yang digunakan pada aplikasi *e-tendering* terdapat beberapa proses yang diujikan dengan *whitebox testing* diantaranya : fungsi *pearson similarity*, fungsi *adjust cosine similarity*, fungsi kombinasi linier, fungsi *coldstart item*. Karena kemiripan proses yang terjadi, hanya akan di jelaskan proses *cold start item*.

Tabel 2. Flowgraph Fungsi ColdStartItem

1	function weightedSum(ratingItem, linearSim,	
2	indexUser)	
3	coldStart = [];	
4	prediksiPembilang = 0;	
5	prediksiPenyebut = 0;	
6	for all kVal, k in ratingItem do	
7	for all iVal, i in ratingItem do	
8	prediksiPembilang += \$iVal * linearSim[\$k][\$i];	
9	prediksiPenyebut += abs(\$linearSim[\$k][\$i]);	
10	end for	
11	ws = (\$prediksiPenyebut != 0) ? prediksiPembilang / \$prediksiPenyebut : 0	
12	prediksiPembilang = 0 prediksiPenyebut = 0 ColdStart[] = ws end for return coldStart end function	

Perhitungan *cyclomatic complexity* dari fungsi Kombinasi Linier adalah sebagai berikut:

$$V(G) = E - N + 2$$

$$V(G) = 8 - 7 + 2$$

$$V(G) = 3$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan *cyclomatic complexity* diatas didapatkan jalur pengujian sebagai berikut:

$$\text{Jalur 1} = 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6, 7 - 8$$

$$\text{Jalur 2} = 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 3 - 4 - 5 - 6, 7 - 8$$

$$\text{Jalur 3} = 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6, 7 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6, 7 - 8$$

c. Stress Testing

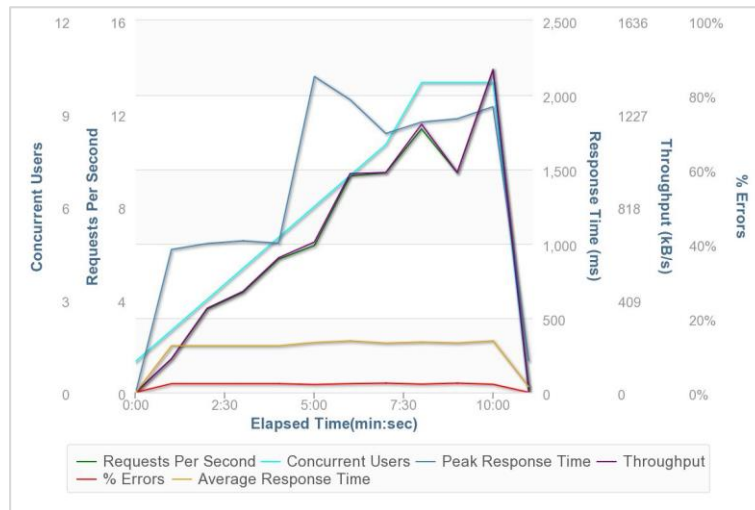
Tool yang digunakan pada *stess testing* sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali adalah sebuah *website online* dengan alamat url LoadStrom.com.

Tabel 3. Hasil statistik dari *stress testing*

Total Requests	4,494
Total Errors	103 (2.29%)
Peak RPS	13.87
Average RPS	7.49
Peak Response Time (ms)	2,124
Average Response Time (ms)	333
Total Data Transferred	463.18
Peak Throughput (kB/s)	1,421
Average Throughput (kB/s)	771.96

Sistem e-tendering kerajinan khas Bali diberikan beban berupa 10 *user* yang akan melakukan pengaksesan ke *dashboard* sistem selama 10 menit secara bersamaan. Setiap user melakukan pengaksesan terhadap website tersebut secara terus menerus dengan interval 1 menit. *Average Response Time* menunjukkan rata-rata semua waktu *response* setiap permintaan untuk interval tertentu atau diseluruh durasi uji. *Peak Response Time* menunjukkan *response* paling lambat di antara semua permintaan untuk interval tertentu atau diseluruh durasi uji. *Total errors* menunjukkan jumlah kesalahan pada semua permintaan untuk interval tertentu, pada durasi total ditampilkan semua hitungan untuk semua kesalahan yang terjadi selama proses *stress test*.

Average RPS menunjukkan jumlah total permintaan untuk interval tertentu dan membagi totalnya dengan jumlah detik dalam interval. *Throughput* menunjukkan total byte yang diterima untuk interval tertentu dan membagi jumlah detik dalam interval, kemudian diubah menjadi nilai kilobyte untuk mendapatkan satuan kB/s. Melalui pengujian tersebut mendapatkan 4494 total request yang terjadi pada sistem dengan waktu server merespon *request* dari *user* yaitu selama 7.49 ms . Rata-rata kecepatan transper data yang dimiliki sistem sebesar 771.96.



Gambar 5. Grafik *Stress Testing* pada sistem *E-tendering*

d. *Accuracy Testing*

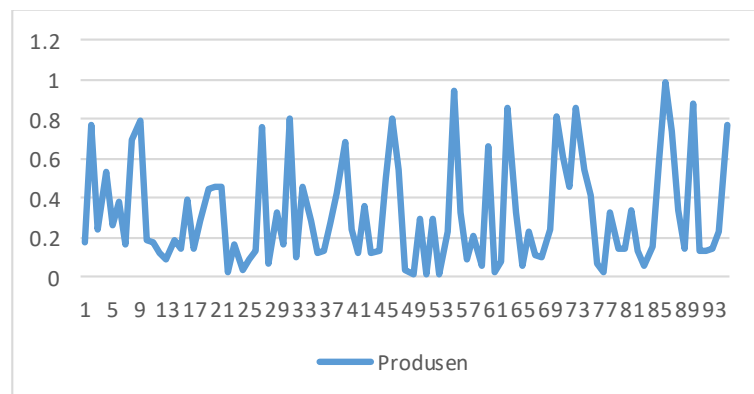
Pengujian akurasi pada sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali menggunakan persamaan MAE (*Mean Absolute Error*). Penggunaan persamaan ini bertujuan untuk menguji tingkat akurasi dari hasil rekomendasi yang dihasilkan oleh metode ICHM. Proses dari perhitungan pengujian MAE menggunakan hasil rekomendasi dari metode ICHM dan *rating* yang diberikan oleh pengguna pada sistem. Perhitungan MAE menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$MAE (Produsen 1) = \sum_{i=1}^n \frac{|p_i - q_i|}{N}$$

$$MAE (Produsen 1) = \frac{|4 - 2.84| + |1 - 3.52| + |1 - 3.47| + \dots + |3 - 2.85|}{10}$$

$$MAE (Produsen 1) = 0,78$$

Perhitungan di atas merupakan perhitungan produsen dari produsen satu dengan yang mendapatkan nilai MAE sebesar 0,78. Berikut merupakan grafik lengkap dari dari hasil perhitungan MAE pada masing2 Produsen :



Gambar 6. Grafik Hasil Perhitungan MAE

Berdasarkan hasil pengujian dengan perhitungan MAE (*mean absolute error*) mendapatkan hasil rekomendasi yang paling akurat pada produsen ke 49, 51 dan 52 dengan nilai MAE paling rendah sebesar 0,01. Disisi lain hasil rekomendasi yang kurang akurat dari hasil perhitungan MAE pada produsen ke 86 dengan nilai paling tinggi sebesar 0.98.

4. Kesimpulan

- Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan meliputi :
- a. Sistem *e-tendering* produk kerajinan khas Bali yang sudah berhasil dibangun sudah mampu mengimplementasikan metode ICHM (*Item-based Clustering Hybrid Method*) dan *algoritma Slope One*.
 - b. Aplikasi sistem *e-tendering* kerajinan khas Bali dapat membantu peminat kerajinan khas Bali dengan memberikan pilihan tempat pemesanan dan memudahkan dalam pemesanan produk kerajinan khas Bali.
 - c. Produsen kerajinan yang baru masuk ke sistem atau mengalami *cold start problem* (belum memiliki rating) dapat muncul sebagai rekomendasi karena pada proses menentukan rekomendasi tidak hanya menggunakan *rating item* sebagai acuan tetapi menggunakan kombinasi *rating item* dan konten item.

References

- [1] D. J. Surjawan dan G. Apriyanti, "Sistem Lelang Tender dan Dealing Online Berbasis Web", *Jurnal Sistem Informasi*, Vol.7, No.1, hal 1-16, 2017
- [2] F. Masruri dan W.F. Mahmudy, "Personalisasi Web E-Commerce Menggunakan Recommender System dengan Metode Item-Based Collaborative Filtering", *Kursor*, 1-12, 2017
- [3] G. Adomavicius dan A. Tuzhilin, Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, 734-749.
- [4] I. W. Tista, *Kerajinan Bali dan Budaya Bali*, Bandung: Graha Ilmu, 2017.
- [5] L. McGinty dan B. Stave, analysis of criticizing and preference based feed back in conversation on recommender system, *Adaptive selection*, 2018
- [6] M. C. Vivek dan S. Sahana, "Socio-economic characteristics of the farmers following e-tendering system for Arecanut in Karnataka", *Indian Research Journal of Extension Education*, 21, 117-125, 2021
- [7] N. Amir, "Implementasi Algoritma Cluster pada Pencarian dan Rekomendasi Tempat Kuliner dengan metode ICHM (Item Based Clustering Hybrid Method) dan Berbasis LBS di Yogyakarta", Universitas Pembangunan Nasional, 2018
- [8] R. K. Paramitha, "Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Pemilihan Sepeda Menggunakan Metode Item-Based Clustering Hybrid", 2021
- [9] T. Theris, "Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Pemilihan Mobil Menggunakan Metode Item-Based Clustering Hybrid", Universitas Multimedia Nusantara, 2020
- [10] Peraturan Kepala LKPP Nomor 1 Tahun 2018 tentang Etendering