

SISTEM REKOMENDASI PERSONAL PADA TOKO BUKU *ONLINE* MENGUNAKAN PENDEKATAN *COLLABORATIVE FILTERING* DAN ALGORITMA *SLOPE ONE*

Syandra Sari¹⁾, Ayu Permata Sary²⁾

^{1,2)}Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti
Jl Kyai Tapa No.1, Jakarta Barat 11440

Email : syandra_sari@yahoo.com¹⁾, syandra_sari@trisakti.ac.id¹⁾, ayuupermataa@gmail.com²⁾

Abstrak

Sistem rekomendasi (*personal*) adalah sistem yang bertujuan untuk memberikan rekomendasi kepada pembeli berupa barang-barang yang sesuai dengan kebutuhan pembeli. Selain bidang hiburan seperti film dan musik, sistem rekomendasi juga telah digunakan pada toko buku online. Pada toko buku online pembeli akan diberi rekomendasi buku-buku yang sesuai dengan kesukaannya. Pada paper ini dijelaskan penelitian tentang sistem rekomendasi buku toko buku online. Aplikasi rekomendasi untuk toko buku online dikembangkan menggunakan metoda *collaborative filtering* dan algoritma *slope one* untuk menghitung nilai prediksi rekomendasi. Hasil evaluasi aplikasi menunjukkan rekomendasi dengan pendekatan ini dapat memberikan rekomendasi sesuai dengan keinginan seorang pembeli buku. Dan pada kondisi tertentu evaluasi dari 20 orang pembeli menggunakan Kendall Rank Correlation Coefficient mencapai nilai sebesar 0,635 yang menunjukkan kemiripan yang kuat.

Kata kunci: sistem rekomendasi personal, *collaborative filtering*, algoritma *slope one*.

1. Pendahuluan

Informasi yang melimpah tentang barang-barang yang dijual pada toko-toko *online* membuat pembeli sulit memperoleh informasi barang yang sesuai dengan kebutuhannya. Informasi yang melimpah ini sebagian besar justru bukan informasi yang sesuai dengan kebutuhan seorang pembeli. Beberapa toko *online* berusaha mengatasi hal tersebut dengan berbagai pendekatan dan penggunaan berbagai sumber informasi sehingga dapat memberikan informasi barang yang memang sesuai dengan keperluan seorang pembeli. Salah satu toko *online* yang terkenal **Amazon.com** menggunakan sistem rekomendasi personal untuk setiap pembelinya. Sistem rekomendasi personal tersebut dibuat berdasarkan pembelian sebelumnya, rating yang diberikan pembeli, komentar yang diberikan pembeli dalam bentuk teks dan beberapa faktor lainnya.[1]. Sistem rekomendasi personal adalah salah satu aplikasi personalisasi yang populer. Pada tahun-tahun belakangan aplikasi personal memang semakin populer terutama

pada bidang *electronic commerce* dimana personalisasi menjadi faktor yang penting untuk meraih kesuksesan [2]. Kata personalisasi menunjukkan adanya proses penyaringan informasi sesuai dengan orang (*person*) tertentu dengan tujuan dapat memberikan informasi barang (yang ditawarkan toko *online*) yang benar benar sesuai dengan kebutuhannya [3].

Pada paper ini akan dijelaskan sistem rekomendasi personal yang kami kembangkan untuk toko buku *online*. Nilai prediksi rekomendasi buku bagi para pelanggan toko dibuat menggunakan pendekatan *collaborative filtering* dan algoritma *slope one*.

Secara keseluruhan paper ini terdiri dari tiga bagian. Bagian pertama adalah pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, masalah yang ditangani, teori yang menjadi dasar pengembangan sistem rekomendasi dan penjelasan dua penelitian yang dengan topik sistem rekomendasi. Bagian kedua merupakan bagian pembahasan yang memuat pembahasan perhitungan nilai prediksi sebagai dasar rekomendasi, aplikasi toko buku *online* dan evaluasi hasil rekomendasi toko buku *online*. Sebagai penutup dibagian ketiga kami sampaikan kesimpulan dan saran pengembangan selanjutnya.

Sistem rekomendasi pada sebuah situs komersial memberikan saran barang (*product*) kepada pelanggannya. Faktor-faktor yang menjadi dasar sebuah barang direkomendasikan kepada seorang pelanggan antara lain: kelompok barang yang masuk dalam *best seller*, demografi dari pelanggan, analisa perilaku pembelian pelanggan pada masa lalu. Data yang berhubungan dengan faktor - faktor tersebut diproses secara otomatis untuk melakukan proses personalisasi bagi setiap pelanggan.

Paling tidak ada tiga cara sehingga sistem rekomendasi dapat meningkatkan penjualan pada toko *online*. *Browser into buyers* yaitu mendorong pelanggan membeli (*buy*) barang ketika pelanggan hanya berniat untuk melihat-lihat saja (*browser*). *Cross-sell* yaitu meningkatnya penjualan barang tambahan yang berkaitan dengan barang utama yang dibeli oleh pelanggan sebagai contoh: seorang yang membeli barang utama *notebook* ditawarkan juga membeli barang pelengkap kipas angin khusus untuk *notebook*. *Customer*

Loyalty yaitu meningkatkan kesetiaan pelanggan pada toko *online* kita. Dengan sistem rekomendasi semua aktifitas pelanggan akan disimpan dan digunakan untuk memberikan pelayanan yang khusus bagi setiap pelanggan sehingga pelanggan semakin senang datang dan berbelanja di toko *online* kita [4].

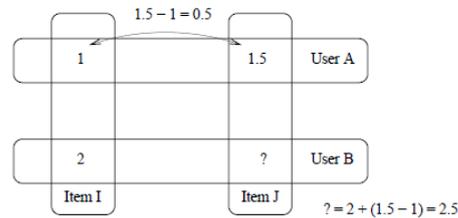
Sistem rekomendasi dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan pendekatan yang digunakan untuk menghasilkan rekomendasi, yaitu: pendekatan *content-based filtering*, pendekatan *collaborative filtering*, dan pendekatan *hybrid* [5].

Teknik *collaborative filtering* digunakan pada sistem rekomendasi yang pertama yang menyaring (*filter*) informasi berdasarkan *preference* dari setiap pelanggan/pembeli. Konsep ini awalnya berasal dari proyek Information Tapestry di Xerox [6]. Tapestry adalah sistem yang pertama kali mengimplementasikan pendekatan *collaborative filtering*. Sistem ini memungkinkan pengguna memberikan catatan pada berkas yang telah dibaca. Semua pengguna sistem dapat mengambil berkas yang ingin mereka baca tidak hanya berdasarkan isi dari berkas tetapi juga berdasarkan catatan/komentar pengguna lain terhadap berkas tersebut. Dengan kata lain pendekatan *collaborative filtering* didefinisikan sebagai situasi dimana semua pengguna dalam sistem bekerja sama (*collaborating*) untuk membantu seorang pengguna tertentu mendapatkan informasi berkas yang sesuai dengan kebutuhannya. Kini pendekatan *collaborative filtering* telah diimplementasikan pada banyak area. Kesuksesan pendekatan ini bergantung pada pengumpulan rating dari para pengguna sistemnya. Salah satu algoritma yang digunakan untuk memproses rating pada pendekatan *collaborative filtering* adalah algoritma slope one. Algoritma slope one lah yang kami gunakan dalam sistem rekomendasi yang kami kembangkan. Paragraf berikut menjelaskan detail dari algoritma slope one.

Pada sistem rekomendasi dengan pendekatan *collaborative filtering*, algoritma *slope one* memerlukan informasi dari pengguna/pelanggan lain yang merating item/barang yang sama dengan **pelanggan yang akan diprediksi ratingnya** (kita sebut dengan **pelanggan P**) dan informasi item/barang yang telah diberi rating oleh pelanggan P. Algoritma *slope one* berjalan dengan menghitung selisih rating antara dua item yang ada. Selisih rating tsb digunakan untuk memprediksi berapa besar nilai rating yang diberikan terhadap sebuah item untuk pelanggan P. Jadi ada dua masukan untuk algoritma *slope one* yaitu rating dari pelanggan P dan item mana yang akan diprediksi [7]. Oleh karena itu jika seorang pelanggan belum pernah memberi satu rating pun terhadap item, maka prediksi tidak dapat dilakukan.

Contoh bila terdapat dua pelanggan: pelanggan A dan pelanggan B, serta dua item: item I dan item J. Pelanggan A memberi nilai rating 1 untuk item I dan 1,5 untuk item J. Sedangkan pelanggan B memberi nilai

rating 2 untuk item I saja. Dari sini dapat dihitung selisih rating pelanggan A untuk item I dan item J adalah $1,5 - 1 = 0,5$. Berdasarkan nilai selisih ini dapat diprediksi bahwa pelanggan B akan memberi rating terhadap item J sebesar $2 + 0,5 = 2,5$. Dapat dilihat ilustrasi contoh ini pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Algoritma Slope One [7]

Pendekatan algoritma *slope one* ada dua tahap : pertama menghitung rata-rata selisih rating antar item berdasarkan data rating dari pelanggan, kedua menghitung prediksi menggunakan data rata-rata selisih rating pada tahap pertama dan data rating item dari pelanggan. Rumus untuk menghitung rata-rata selisih rating adalah sebagai berikut:

$$dev_{j,i} = \sum_{u \in S_{j,i}(X)} \frac{u_j - u_i}{card(S_{j,i}(X))} \quad (1)$$

Dimana:

- $dev_{j,i}$ adalah rata-rata selisih rating item i dan item j
- u = user yang merating item i dan item j
- u_j = rating untuk item j
- u_i = rating untuk item i
- X = himpunan rating item item dari para pelanggan
- $S_{j,i}(X)$ = himpunan bagian dari X yang mengandung item i dan j
- $card(S_{j,i}(X))$ = jumlah elemen di $S_{j,i}(X)$

Sedangkan rumus untuk menghitung nilai prediksi adalah sebagai berikut:

$$P(u)_j = \frac{1}{card(R_j)} \sum_{i \in R_j} (dev_{j,i} + u_i) \quad (2)$$

Dimana:

- $P(u)_j$ adalah nilai prediksi algoritma slope one untuk item j pada pelanggan **P**
- R_j adalah himpunan item dari pelanggan yang memberi rating pada item j yang bersesuaian dengan item yang diberi rating oleh pelanggan **P**
- $card(R_j)$ = jumlah elemen di R_j

Sebagai penutup bagian pertama ini kami akan menjelaskan secara singkat dua penelitian yang membicarakan topik yang sama dengan penelitian kami ini yaitu sistem rekomendasi. Penelitian pertama dari Chhavirana dan Sanjay Kumra Jain pada tahun 2012 tentang sistem rekomendasi buku menggunakan pendekatan content based filtering [8]. Penelitian tersebut mengusulkan sistem rekomendasi buku yang

mempertimbangkan pilihan pengguna yang mirip maupun pengguna lain dengan tujuan memberikan rekomendasi yang beragam. Penelitian juga menambahkan dimensi *temporal* pada rekomendasi yang diberikan. Dimensi ini memperhatikan berapa kali sebuah buku diberi rating oleh seorang pengguna dalam selang waktu tertentu. Penambahan dimensi bertujuan agar rekomendasi semakin baik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa arsitektur yang diusulkan memberikan rekomendasi yang lebih beragam dan terbaharui berdasarkan waktu, untuk pengguna rekomendasi seperti ini menjadi lebih berguna dan relevan.

Penelitian kedua terkait sistem rekomendasi adalah penelitian yang dilakukan oleh Jelasy dkk pada tahun 2013 [9]. Penelitian tersebut mengajukan sistem rekomendasi personal yang diterapkan pada sistem *folksonomy*. Jelasy dkk mengajukan satu dimensi baru yaitu profil pengguna pada sistem *folksonomy* sehingga ada empat dimensi (*user, tags, resources, profiles*) yang dapat dimasukkan sebagai pertimbangan pemberian rekomendasi. Algoritma yang diberi nama *Quadrics* dijalankan untuk memperoleh rekomendasi berdasarkan sistem *folksonomy* empat dimensi tersebut. Evaluasi menggunakan data film *MovieLens* menunjukkan peningkatan pada kepuasan pengguna terhadap rekomendasi yang diberikan.

2. Pembahasan

Pada bagian ini akan dijelaskan tiga hal, yaitu contoh skenario perhitungan nilai prediksi rekomendasi menggunakan pendekatan *collaborative filtering* dengan algoritma *slope one*, toko buku online yang menerapkan pendekatan *collaborative filtering* dengan algoritma *slope one* berdasarkan skenario perhitungan yang telah dijelaskan untuk memberikan rekomendasi bagi pembelinya. Ketiga evaluasi pendekatan *collaborative filtering* dengan algoritma *slope one*.

2.1 Skenario Perhitungan Nilai Prediksi Rekomendasi

Tabel 1 adalah tabel yang memperlihatkan rating dari enam pelanggan untuk enam judul buku. Nilai rating adalah 1 sampai dengan 10. Berdasarkan Tabel 1 akan dicari urutan rekomendasi untuk pelanggan Mufia dari empat buku yang belum diratingnya.

Langkah pertama adalah menghitung rata-rata selisih rating antar buku berdasarkan data rating dari pelanggan di tabel 1 menggunakan persamaan 1. Berikut contoh penghitungan rata-rata selisih rating antar buku B dan buku D.

$$dev_{j,i} = \sum_{u \in S_{j,i}(\chi)} \frac{u_j - u_i}{card(S_{j,i}(\chi))} \quad (1)$$

u adalah Aisyah, Hamid dan Mufia

u_j = rating untuk buku B

u_i = rating untuk buku D

$card(S_{j,i}(X))$ = jumlah pelanggan yang memberi rating pada item i dan item j yaitu 3 orang

Nilai rata-rata selisih rating antar buku B dan buku D

$$\text{adalah } \frac{5-3}{3} + \frac{2-4}{3} + \frac{5-4}{3} = 0,67 - 0,67 + 0,333 = 0,333$$

Tabel 1. Rating enam buah buku oleh enam orang pelanggan

Pelanggan	Rating Buku					
	A	B	C	D	E	F
Aisyah	-	5	4	3	-	-
Aziz	-	-	3	2	4	1
Ghani	-	3	-	-	-	3
Zaina	4	-	-	1	-	-
Hamid	-	2	2	4	-	5
Mufia	?	5	?	4	?	?

Tabel 2 memperlihatkan nilai rata-rata selisih rating antar buku berdasarkan nilai rating yang diberikan oleh pelanggan. Nilai pada tabel 2 menunjukkan semakin besar nilai secara absolut berarti perbedaan rating antar user semakin berbeda

Tabel 2. Nilai rata-rata selisih rating antar buku

Judul Buku						
	A	B	C	D	E	F
A	0	0	0	-3	0	0
B	0	0	-0,5	-0,33	0	1,5
C	0	0,5	0	0	1	0,5
D	3	0,33	0	0	2	0
E	0	0	-1	-2	0	-3
F	0	-1,5	-0,5	0	3	0

Langkah berikutnya adalah menghitung prediksi berdasarkan data rata-rata selisih rating pada tabel 2 dan tabel 1 menggunakan persamaan 2.

$$P(u)_j = \frac{1}{card(R_j)} \sum_{i \in R_j} (dev_{j,i} + u_i) \quad (2)$$

Nilai prediksi yang akan dicari adalah nilai prediksi buku-buku yang akan direkomendasikan kepada pelanggan Mufia, yaitu nilai prediksi buku A, buku C, buku E dan buku F. Sehingga dari nilai prediksi ini dapat dibuat rekomendasi untuk pelanggan Mufia.

Nilai Prediksi buku A, dibantu oleh pelanggan Zaina, yang telah memberi rating buku D.

$$P(A) = 1/1 * (3+4) = 7$$

Nilai Prediksi buku C, dibantu oleh pelanggan Aisyah dan Hamid, yang telah memberi rating buku B dan D. Pelanggan Aziz yang telah memberi rating buku D

$$P(C) = 1/5 * ((-0.5+5)+(0+4)+(-0.5+5)+(0+4) + (0+4)) = 1/5 * 21 = 4.2$$

Nilai Prediksi buku E, dibantu oleh pelanggan Aziz, yang telah memberi rating buku D
 $P(E) = 1/1 * (2+4) = 6$

Nilai Prediksi buku F, dibantu oleh pelanggan Hamid, yang telah member rating buku B dan buku D. Pelanggan Ghani yang telah memberi rating buku B. Pelanggan Aziz yang telah memberi rating buku D.
 $P(F) = 1/4 * ((1.5+5)+(0+4)+(1.5+5)+(0+4)) = 1/4 * 21 = 5.25$

Tabel 3 memperlihatkan nilai prediksi buku A, C, E, F untuk pelanggan Mufia

Tabel 3. Nilai Prediksi Buku A, C, E, F untuk pelanggan Mufia

	Nilai Prediksi
A	7
C	4.2
E	6
F	5.25

Dari nilai prediksi pada tabel 3, kita dapat membuat urutan rekomendasi buku untuk pelanggan Mufia, yaitu :

1. Buku A,
2. Buku E,
3. Buku F dan
4. Buku C.

2.2 Aplikasi Toko Buku Online dan Evaluasi

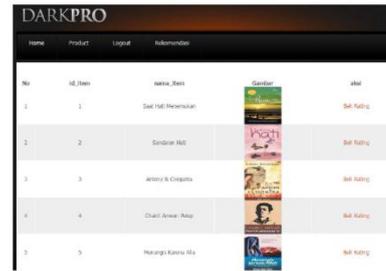
Pada bagian ini akan dijelaskan aplikasi toko buku online yang memberikan rekomendasi bagi pelanggannya berdasarkan skenario yang telah dijelaskan dibagian 2.1. yang dilanjutkan dengan evaluasi dan analisisnya.



Gambar 2. Tampilan Home

Pada aplikasi ini setiap pelanggan akan mendapat rekomendasi buku berdasarkan data rating yang pernah diberikan dan data rating dari pelanggan lainnya. Oleh karena itu setiap pelanggan harus melakukan pendaftaran terlebih dahulu sedangkan bila pelanggan belum pernah memberikan rating maka nilai prediksi rekomendasi menggunakan algoritma *slope one* tidak dapat dihitung

sehingga rekomendasi buku diberikan berdasarkan pilihan random saja



Gambar 3. Tampilan daftar Buku

Gambar 2 menunjukkan tampilan Home dari situs Toko buku DARKPRO online. Dalam tampilan home terdapat gambar-gambar buku. Menu pada tampilan home adalah menu Product, Pendaftaran dan Login. Sedangkan Gambar 3 dan gambar 4 memperlihatkan tampilan daftar buku dan pengisian rating.



Gambar 4. Halaman pengisian rating

Evaluasi pertama yang dilakukan adalah **evaluasi kebenaran perhitungan nilai prediksi untuk rekomendasi** oleh program aplikasi. Dengan kondisi data rating seperti tabel 1 dan Buku A berjudul "Saat Hati Menemukan Cintanya", Buku C berjudul "Antony & Cleopatra", Buku E berjudul "Menangis Karena Allah" dan Buku F berjudul "Anak Bakumpai Terakhir", maka rekomendasi yang diberikan untuk pelanggan Mufia pada aplikasi agar sesuai dengan perhitungan manual pada bagian 2.1 adalah:

1. Saat Hati Menemukan Cinta
2. Menangis Karena Allah
3. Anak Bakumpai Terakhir
4. Antony & Cleopatra

Dan setelah aplikasi dijalankan maka hasil rekomendasi yang diberikan dapat dilihat pada gambar 5. Kita lihat hasil dari aplikasi telah benar, sesuai dengan perhitungan manual dibagian 2.1.

Evaluasi berikutnya adalah evaluasi untuk melihat tingkat kesamaan rekomendasi aplikasi dengan keinginan pelanggan yang sebenarnya. Untuk evaluasi ini kami menjalankan survey ke 20 orang pelanggan, dengan kondisi data rating awal tertentu. Hasil survey dibandingkan dengan hasil dari aplikasi. Perbandingan hasil survey dan hasil aplikasi dinilai menggunakan Kendall Rank Correlation Coefficient. Persamaan 3 memperlihatkan rumus dari Kendall Rank Correlation Coefficient [10]. Tabel 4 memperlihatkan arti atau

interpretasi hasil perhitungan Kendall Rank Correlation Coefficient.

No	Id Item	Nama Item	Nilai Rekomendasi
1	1	Sifat Hati Menemukan	7
2	5	Menanga Karna Kita	6
3	6	Anak Bekaspa Terlah	3,25
6	3	Ananya & Ciciaca	4,2

Gambar 5. Rekomendasi Buku untuk pelanggan Mufia dari aplikasi

Dari data survey 20 pelanggan dan hasil aplikasi diperoleh rata-rata nilai Kendall Rank Correlation Coefficient adalah 0.635. Hasil ini termasuk **Kuat** menurut tabel 4, hal ini menunjukkan bahwa kemiripan rekomendasi aplikasi dengan keinginan pelanggan cukup mirip pada **kondisi data rating awal tertentu**.

$$T = \frac{2S}{N(N-1)} \quad (3)$$

Dengan, T = Kendall Rank Correlation Coefficient (besarnya antara -1 s/d 1)

S= selisih jumlah pasangan dengan urutan berbeda di daftar X dan daftar Y

N= Jumlah item dalam daftar

X = daftar item menurut rekomendasi Aplikasi

Y = daftar item menurut pelanggan (Hasil kuesioner)

Tabel 4. Interpretasi hasil Kendall Rank Correlation Coefficient

Nilai KRCC	Interpretasi
0.000 – 0.199	Sangat Lemah
0.200 – 0.399	Lemah
0.400 – 0.599	Sedang
0.600 – 0.799	Kuat
0.800 - 1.000	Sangat Kuat

3. Kesimpulan

Bisnis *online* adalah bisnis yang penuh dengan persaingan. Konsumen bisnis *online* dapat dengan mudah membandingkan antara bisnis yang satu dengan bisnis pesaing lainnya dengan bantuan mesin pencari. Oleh karena itu pengelola bisnis *online* berusaha untuk meningkatkan basis pelanggan mereka dengan memberikan harga yang kompetitif, produk yang berkualitas dan jasa yang memuaskan. Dalam upaya inilah, sistem rekomendasi dapat menjadi sarana penting memperkuat penjualan dan meningkatkan kesadaran informasi antara pelanggan.

Pada paper ini kami telah memperlihatkan sistem rekomendasi personal bagi pelanggan pada toko buku

online menggunakan pendekatan *collaborative filtering* dengan *algoritma slope one* untuk menghitung nilai prediksi sebagai dasar pemberian rekomendasi.

Hasil evaluasi pada kondisi data rating awal tertentu menggunakan Kendall Rank Correlation Coefficient dengan nilai 0.635, menunjukkan pendekatan ini memberikan rekomendasi yang cukup mirip dengan keinginan pelanggan.

Penggunaan algoritma dan cara evaluasi yang lebih baik dapat menjadi penelitian lanjut pada masa mendatang.

Daftar Pustaka

- [1] B. M. Sarwar, J. A. Konstan, J., A. Borchers, J. Herlocker, B. Miller, J. Riedl, "Using Filtering Agents to Improve Prediction Quality in the GroupLens Research Collaborative Filtering System." in *Proceedings of the the ACM Conference on computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, pp. 345-354, Nov. 14-18, 1998.
- [2] P. Schubert and M. Koch, "The power of personalization: Customer collaboration and virtual communities". In *Proceedings of the 8th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, pp. 1953-1965, Aug.8-11, 2002..
- [3] P. Deitel, H. Deitel, K. Steinbuhler, *E-Business and E-Commerce for Managers*. Prentice Hall, 2001
- [4] J.B. Shafer, J. Konstan, J. Riedl, "Recommender Systems in E-Commerce". In *ACM Conference on Electronic Commerce (EC-99)*, pp. 158-166, Nov. 3-5, 1999.
- [5] G. Adomavicius and A. Tuzhilin, "Towards the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extentions". *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 17, no.6, pp. 734-749, 2005
- [6] D. Goldberg, D. Nichols, B.M. Oki, D. Terry, "Using collaborative filtering to weave an information tapestry". *Communications of the ACM*, vol. 35, no. 12, pp 61- 70, December 1992
- [7] D. Lemire and Anna M., "Slope One Predictors for Online Rating-Based Collaborative Filtering". In *Proceedings of SIAM Data Mining (SDM'05)*, pp. 471-475, April 21-23, 2005.
- [8] C. Rana and S. K. Jain, "Building a Book Recommender system using time based content filtering", *WSEAS Transactions on Computers*, vol. 11, no. 2, pp. 2224-2872, February 2012.
- [9] M. N. Jelassi, S. B. Yahia, E. M. Nguifo, "A personalized recommender system based on users' information in folksonomies", *Proc. 22nd Int. Conf. World Wide Web companion*, eds. L. Carr, pp. 1215-1224. 2013.
- [10] H. Abdi, "The Kendall Rank Correlation Coefficient." *Encyclopedia of measurement and statistics*, ed Neil J. Salkind., pp.. 508 – 511, SAGE Publications, Inc. California, USA. 2007.

Biodata Penulis

Syandra Sari, memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer (S.Kom), Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok, lulus tahun 1996. Memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Magister Ilmu Komputer Universitas Indonesia, Depok, lulus tahun 2008. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta.

Ayu Permata Sary, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta, lulus tahun 2015.

