

Metode Alternatif dalam Pencarian Peringkat E-Commerce Berdasarkan Rating Pelanggan*

Azira Irawan¹, Aam Alamudi^{2‡}, and Septian Rahardiantoro³

^{1,2,3}Department of Statistics, IPB University, Indonesia

[‡]corresponding author: aamalamudi@gmail.com

Copyright © 2021 Azira Irawan, Aam Alamudi, and Septian Rahardiantoro. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

The existence of the internet raises an online trading system using applications. The rise of online trading systems has triggered the emergence of various e-commerce in Indonesia that provide various kinds of customer needs. This also causes problems for customers, namely the difficulty in choosing quality e-commerce. The effort to overcome this problem is to rank e-commerce in Indonesia based on customer ratings. The method commonly used for ranking is the analytical hierarchy process (AHP) method, but in practice there are several variables that are not found in e-commerce so the AHP method cannot be used. The alternative method chosen is the ant colony optimization (ACO) method. The feasibility test of the ACO method in searching rankings for e-commerce data needs to be done because not all variables are in e-commerce. Simulations for ranking search are carried out using 2 generated data scenario with analytical hierarchy process (AHP) and ant colony optimization (ACO) method. The simulation results show that the ACO method is feasible to be used for ranking with blank data, then the application of the ACO method for e-commerce data in Indonesia. The best taboo results are based on the highest opportunity value and the highest correlation coefficient, namely in the second taboo, with three major ratings, namely JD, SP, and TP.

Keywords: analytical hierarchy process, ant colony optimization, e-commerce, rating.

* Received: Mei 2019; Reviewed: Des 2020; Published: Jan 2021

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan kemajuan era globalisasi mempermudah hampir semua aspek kehidupan baik bidang sosial, politik, ekonomi, perdagangan dan bidang lainnya. Salah satu perkembangan teknologi yang paling mudah diakses yaitu internet. Berdasarkan survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada tahun 2017, jumlah pengguna internet di Indonesia mencapai 143 juta orang ([APJII], 2017). Keberadaan internet sebagai penyokong untuk munculnya sistem perdagangan secara *online* menggunakan aplikasi.

Menurut Javadi *et al.* (2012), perdagangan *online* mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan perdagangan *offline*, antara lain kenyamanan, masalah waktu, dan tidak digunakannya antrian transportasi. Belanja secara *online* juga memudahkan pelanggan untuk mendapatkan informasi tentang produk dan jasa yang mereka inginkan. Kenyamanan dan penghematan yang besar merupakan alasan utama meningkatnya minat belanja *online* bagi pelanggan (Li & Zhang, 2002). Namun ada beberapa kelemahan yaitu pelanggan tidak dapat merasakan secara langsung produk yang ingin dibeli dan seringkali pelanggan tidak mendapatkan barang yang sesuai digambar ketika diterima, sehingga pelanggan membutuhkan *review* terhadap kualitas produk yang ingin mereka beli.

Maraknya sistem perdagangan secara *online* memunculkan berbagai *e-commerce* di Indonesia dengan kualitas yang berbeda-beda. Kualitas suatu *e-commerce* bisa dilihat dari penilaian pelanggan lain terhadap toko/merek yang terdapat didalamnya yang diberikan dalam bentuk bintang dengan skala tertentu atau disebut juga rating. Semakin banyak bintang maka menunjukkan peringkat penjualan semakin baik. Perbedaan rating di setiap *e-commerce* ini akan membuat pelanggan bingung untuk membedakan kualitas sebuah *e-commerce*. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menangani masalah tersebut. Salah satu upaya yang dilakukan adalah memeringkatkan *e-commerce* di Indonesia berdasarkan dari penilaian pelanggan. Hasil peringkat dapat digunakan sebagai bahan informasi bagi pelanggan dalam memilih *e-commerce*.

Metode pemeringkatan yang ingin digunakan adalah metode *analytical hierarchy process* (AHP) yaitu metode pemeringkatan menggunakan bobot. Namun tidak semua peubah terdapat pada *e-commerce*, sehingga terdapat beberapa data kosong maka metode AHP tidak bisa digunakan karena akan mempengaruhi bobot untuk peringkat. Metode alternatif yang ingin digunakan adalah metode *Ant Colony Optimization* (ACO). Menurut Dorigo & Gambardella (1997), algoritme *ant colony* merupakan algoritme metaheuristik yang memungkinkan pendekatan yang lebih optimal dalam waktu cepat sehingga dapat menghasilkan solusi yang optimal. Pendapat tersebut dikuatkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Leksono (2009), bahwa ACO memiliki hasil perhitungan yang relatif mendekati optimum. Oleh karena itu metode ACO ini ingin diimplementasikan dalam masalah pencarian peringkat *e-commerce* di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan metode alternatif untuk mencari peringkat *e-commerce* ketika terdapat data kosong, dan memeringkatkan *e-commerce* untuk mempermudah pelanggan memilih *e-commerce* yang berkualitas sesuai dengan urutan peringkat.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 E-commerce

E-commerce adalah model bisnis berupa *website* yang membantu mempromosikan dan juga memfasilitasi transaksi uang secara *online* (Chaffey & Smith, 2013). Sistem belanja *online* ini menyediakan tempat bagi para penjual barang untuk menawarkan dan memasarkan produk-produk mereka. Barang-barang yang dijual pada *website* ini dilengkapi dengan harga, spesifikasi, dan penjelasan kondisi produknya secara jelas. Pembeli dapat memilih barang yang diinginkan dan melakukan transaksi dengan cara mentransfer sejumlah uang yang sudah ditentukan.

2.2 Rating

Rating adalah bagian dari *review* yang menggunakan bentuk simbol bintang daripada bentuk teks dalam mengekspresikan pendapat dari pelanggan. Rating dapat diartikan sebagai penilaian dari pengguna pada preferensi suatu produk terhadap pengalaman mereka mengacu pada keadaan psikologis dan emosional yang mereka jalani saat berinteraksi dengan produk virtual dalam lingkungan dimediasi (Li & Zhang, 2002).

Moe & Schweidel (2012) menghubungkan antara *rating* terhadap tingkat pengambilan keputusan pelanggan. Mereka menemukan bahwa pengaruh penilaian pelanggan terhadap rating sebelum memutuskan membeli sesuatu tergantung pada seberapa sering rating atau penilaian dilakukan oleh pelanggan ini pada suatu produk.

2.3 Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode *analytical hierarchy process* (AHP) dikembangkan oleh Saaty (2000). Metode AHP adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan yang kompleks dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan persoalan tersebut ke dalam bagian-bagiannya, menata bagian atau variabel dalam suatu susunan hirarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel yang mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut. Algoritme yang digunakan dalam pencarian bobot untuk metode AHP adalah:

1. Melakukan standardisasi terhadap data

Menjumlahkan peubah setiap kolom yang sudah dibuat kedalam bentuk matriks untuk semua *e-commerce*. Berikut adalah ilustrasi peubah untuk *e-commerce* yang akan disusun kedalam bentuk matriks:

<i>E-commerce</i>	Peubah				
	P_1	P_2	P_3	.....	P_j
	W_1	W_2	W_3	.....	W_j
O_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	.....	a_{1n}
O_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	.....	a_{2n}
O_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	.....	a_{3n}
.....
O_M	a_{M1}	a_{M2}	a_{M3}	.....	a_{Mn}

Dengan P_j adalah peubah ke- j untuk $j = 1, 2, \dots, n$. O_i adalah *e-commerce* ke- i untuk $i = 1, 2, \dots, M$ dan W_j adalah bobot peubah ke- j untuk $j = 1, 2, \dots, n$ yang sudah diketahui melalui jarak Euclid. Melakukan standardisasi matriks A dengan $A^* = \left[\frac{a_{ij}}{a_{.j}} \right]$ untuk $a_{.j} = \sum_{i=1}^n a_{ij}$ sehingga

$$A^* = \begin{pmatrix} a_{11}^* & \cdots & a_{1j}^* \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1}^* & \cdots & a_{ij}^* \end{pmatrix}$$

A^* adalah matriks yang sudah distandardisasi.

- Melakukan perkalian antara matriks yang sudah distandardisasi dan bobot yang sudah diketahui $A_{AHP}^* = \sum_{j=1}^n a_{ij}^* W_j$

Contoh 1:

E-commerce	Peubah			
	P1	P2	P3	P4
	0.02	0.15	0.4	0.25
O1	25/65	20/55	15/65	30/65
O2	10/65	30/55	20/65	30/65
O3	30/65	5/55	30/65	5/65

$$O_1 (\text{Nilai AHP}) = (25/65) \times 0.02 + (20/55) \times 0.15 + (15/65) \times 0.40 + (30/65) \times 0.25 = 0.34$$

$$O_2 (\text{Nilai AHP}) = 0.35$$

$$O_3 (\text{Nilai AHP}) = 0.31$$

Berdasarkan contoh 1 didapatkan nilai AHP untuk O_1, O_2, O_3 . Nilai tertinggi yaitu O_1 akan dijadikan sebagai peringkat pertama, peringkat kedua yaitu O_2 , dan peringkat ketiga adalah O_3 .

2.4 Metode Ant Colony Optimization (ACO)

Menurut Parpinelli *et al.* (2002), Algoritme *ant colony optimization* (ACO) adalah algoritme yang berdasarkan pada perilaku semut dalam mencari rute mencari makanan, termasuk mekanisme dalam hal kerjasama dan adaptasi. Pada kehidupan nyata, semut mampu menemukan jalur terpendek dari sarang menuju sumber makanan (dapat beradaptasi sesuai dengan perubahan lingkungan) tanpa informasi visual. Untuk saling bertukar informasi mengenai jalur yang harus dilalui, semut saling berkomunikasi melalui feromon (zat kimia). Pada saat semut bergerak, ia akan mengeluarkan sejumlah feromon, yang menandai jalur yang telah dilaluinya. Semakin banyak semut yang mengikuti jalur ini, semakin banyak semut lainnya yang akan melewati jalur tersebut (Parpinelli *et al.*, 2002).

Ketika jalur yang telah terbentuk antara sarang dan sumber makanan terhalang oleh suatu objek, semut-semut akan mencoba untuk mengelilingi rintangan tersebut. Diperkirakan semua semut bergerak dengan kecepatan dan mengeluarkan feromon dalam jumlah yang sama. Jadi semut yang mengelilingi rintangan dengan jarak terpendek akan mencapai jalur menuju tujuannya lebih cepat dibandingkan semut yang melalui jalur yang lebih panjang. Dengan demikian, feromon akan terkumpul lebih cepat pada jalur terpendek.

Tabel 1: Kategori dan peubah dalam penilaian *e-commerce*

Kategori	Peubah	Keterangan
Fashion wanita	X1	Pakaian
	X2	Hijab
	X3	Bawahan
	X4	Sepatu dan sandal
	X5	Aksesoris (topi, kalung)
Fashion Pria	X6	Atasan
	X7	Celana
	X8	Sepatu dan sandal
	X9	Pakaian dalam
	X10	Jaket
Kesehatan dan kecantikan	X11	Makeup
	X12	Alat kecantikan
	X13	Suplemen makanan
	X14	Parfum
	X15	Alat medis
Elektronik	X16	Setrika dan mesin jahit
	X17	Penghisap debu
Keperluan rumah dan gaya hidup	X18	Alat Dapur
	X19	Furniture
	X20	Penerangan
	X21	Peralatan Mandi
	X22	Media buku dan musik
Peralatan Bayi	X23	Makanan bayi dan balita
	X24	Kamar bayi
	X25	Permainan luar ruangan
	X26	Perawatan bayi
Jam tangan dan aksesoris	X27	Emas batangan
	X28	Jam tangan pria
	X29	Jam tangan wanita
	X30	jam tangan anak
	X31	kacamata hitam
	X32	kacamata optical

3. Metodologi

3.1 Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu data 10 *e-commerce* di Indonesia dan merupakan data sekunder yang dikumpulkan menggunakan aplikasi belanja *online*, dilakukan selama 10 hari pada tanggal 1 sampai 10 November 2018. Cara pengumpulan dengan mengambil rating pada 5 toko *online* di 10 *e-commerce* dengan inisial JD, TP, SP, BL, AL, BB, LZ, AE, MT, ZL. Pemilihan toko-toko dilakukan secara acak berdasarkan peubah yang dijadikan penilaian. Langkah dalam pemilihan toko *online* adalah membuka aplikasi *e-commerce*, lalu memilih salah satu peubah yang dijadikan penilaian kemudian melakukan pengacakan toko-toko *online* untuk mengambil ratingnya. Kategori dan peubah yang dijadikan penilaian seperti pada Tabel 1.

3.2 Prosedur Analisis Data

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi kedalam tiga tahap, yaitu:

1. Melakukan eksplorasi setiap kategori untuk semua *e-commerce* menggunakan analisis deskriptif berupa diagram batang bertujuan melihat peringkat *e-commerce* berdasarkan rata-rata rating masing-masing kategori.
 2. Mengidentifikasi kelayakan metode ACO dalam memeringkatkan *e-commerce* berdasarkan peubah-peubah yang dijadikan penilaian menggunakan *software R*
- 3.4.1. Proses ini akan dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

A. Simulasi pembangkitan data

Data dibangkitkan menggunakan sebaran seragam untuk mengikuti rentang interval skala rating yang digunakan, yaitu antara skala 1 sampai 5. Proses pembangkitan datanya menggunakan dua skenario dengan banyak *e-commerce* yang berbeda, yaitu 5 dan 10 dengan banyak peubah 30. Selanjutnya, dari kedua skenario tersebut, data dibangkitkan dengan peringkat *e-commerce* tertentu yang tidak saling tumpang tindih. Berikut adalah data yang dibangkitkan:

a. Skenario I

Pada skenario I jumlah data yang dibangkitkan untuk $O = 5$ dan $n = 30$.

$$\begin{aligned} O1 &\sim U(n, 4, 5) \\ O2 &\sim U(n, 3, 4) \\ O3 &\sim U(n, 2, 3) \\ O4 &\sim U(n, 1, 2) \\ O5 &\sim U(n, 0, 1) \end{aligned}$$

b. Skenario II

Pada skenario II jumlah data yang dibangkitkan untuk $O = 10$ dan $n = 30$.

$$\begin{aligned} O1 &\sim U(n, 4.5, 5) & O6 &\sim U(n, 2, 2.5) \\ O2 &\sim U(n, 4, 4.5) & O7 &\sim U(n, 1.5, 2) \\ O3 &\sim U(n, 3.5, 4) & O8 &\sim U(n, 1, 1.5) \\ O4 &\sim U(n, 3, 3.5) & O9 &\sim U(n, 0.5, 1) \\ O5 &\sim U(n, 2.5, 3) & O10 &\sim U(n, 0, 0.5) \end{aligned}$$

M adalah banyak *e-commerce* yang digunakan dan n adalah jumlah peubah yang dijadikan sebagai penilaian.

- B. Melakukan standardisasi terhadap data yang dibangkitkan untuk masing-masing skenario (Mengi, 2009).
- C. Melakukan pemeringkatan menggunakan metode AHP untuk masing-masing skenario. Metode AHP adalah metode pemeringkatan menggunakan bobot, bobot untuk masing-masing skenario ditentukan dengan cara berikut:
 - a. Mencari jarak Euclid antar peubah (d_{j,j^*})
 - b. Matriks jarak tersebut dibuat kedalam bentuk matriks $n \times n$, dan menentukan rata-rata jarak ($\overline{d_{j,j^*}}$) untuk setiap peubah.
 - c. Menentukan invers dari rata-rata jarak $1/(\overline{d_{j,j^*}})$.
 - d. Nilai akhir (bobot) adalah invers rata-rata jarak setiap peubah dibagi total invers.

Setelah bobot didapatkan untuk masing-masing skenario, maka tahap akhir yang dilakukan untuk mencari nilai peringkat adalah mengalikan bobot dengan matriks yang sudah distandardisasi.

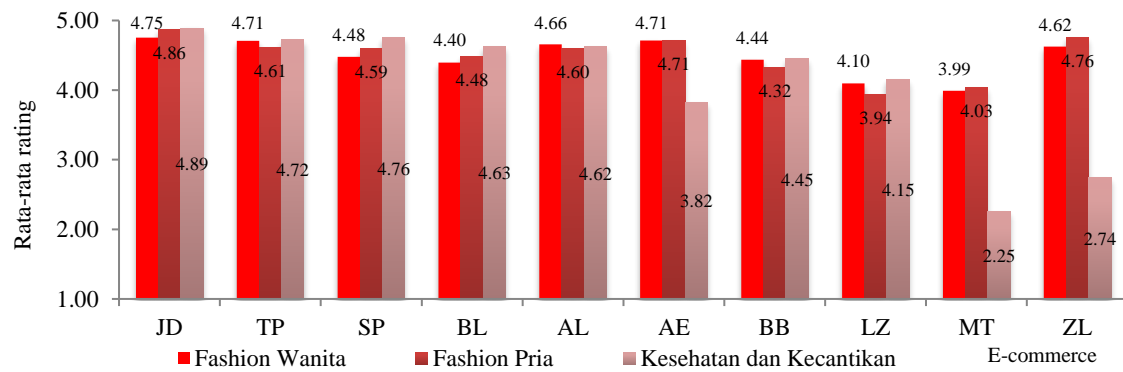
- D. Melakukan pemeringkatan menggunakan metode ACO. Pencarian peringkat menggunakan metode ACO ini ada dua, yaitu pencarian peringkat untuk skenario I dan II ketika data lengkap, dan untuk data bangkitan yang terdapat kosong sebanyak 5%, 10%, dan 15%. Tahap pencarian peringkat untuk masing-masing skenario dilakukan dengan langkah-langkah berikut:
- Mencari matriks jarak antar *e-commerce* ($M \times M$)
 - Membuat invers dari matriks jarak
 - Menetapkan nilai inisialisasi parameter yang digunakan
 - Mencari peluang awal dan feromon awal untuk setiap *e-commerce*
 - Melakukan iterasi untuk proses pencarian tabu (jalur)
- E. Melakukan interpretasi terhadap hasil peringkat dari skenario I dan II yang didapatkan menggunakan metode AHP dan ACO.
Melakukan penerapan metode ACO untuk pencarian peringkat *e-commerce* di Indonesia berdasarkan penilaian pelanggan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Statistika Deskriptif

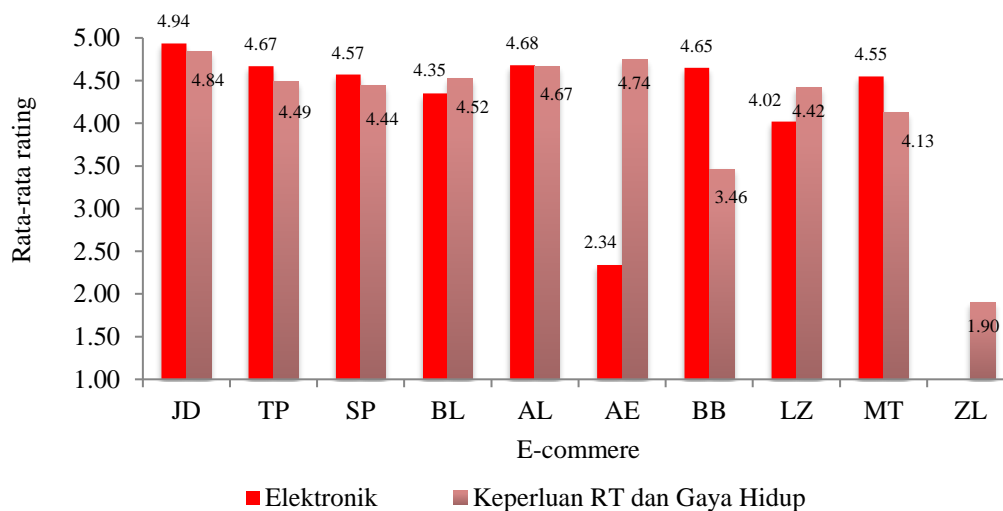
Kategori fashion wanita pada Gambar 1, didapatkan informasi rata-rata rating yang paling tinggi pada kategori ini adalah JD sebesar 4.75 dan terendah yaitu MT sebesar 3.99, rata-rata rating untuk semua *e-commerce* adalah 4.48. Meskipun MT nilainya lebih rendah dari yang lain tetapi nilainya masih mendekati 4 artinya *e-commerce* ini mendapatkan penilaian yang baik dari pelanggan. Pada kategori fashion pria ada 5 peubah yang dijadikan penilaian dapat dilihat dari Tabel 1, semua peubah pada kategori ini terdapat pada setiap *e-commerce*. Rata-rata rating paling tinggi yaitu JD sebesar 4.86, sedangkan rata-rata rating yang paling rendah adalah LZ 3.94. Rata-rata rating keseluruhan *commerce* adalah 4.49, artinya 10 *e-commerce* pada kategori fashion pria ini juga mendapatkan penilaian yang baik dari pelanggan karena hampir mendekati skala maksimal.

Rata-rata rating peubah kesehatan dan kecantikan secara keseluruhan adalah 4.10 dapat dilihat pada Gambar 1. Rata-rata rating paling tinggi yaitu JD sebesar 4.89 dan yang terendah adalah MT yaitu 2.25. Ada 2 *e-commerce* yang nilainya juga dibawah rata-rata yaitu AE dan ZL. Rata-rata rating MT dan ZL rendah karena peubah suplemen makanan dan alat medis tidak ada dikedua *e-commerce* ini, berbeda dengan AE juga rendah karena ada 1 peubah yang tidak ada nilai ratingnya yaitu suplemen makanan.



Gambar 1: Rata-rata rating kategori fashion wanita, fashion pria, kesehatan dan kecantikan untuk semua *e-commerce*.

Informasi yang didapatkan dari gambar 2 adalah rata-rata rating kategori elektronik secara keseluruhan sebesar 3.88, nilai ini lebih rendah dari 3 kategori sebelumnya. Rata-rata rating paling tinggi yaitu JD sebesar 3.94. Ada 2 *e-commerce* yang nilainya kurang dari rata-rata keseluruhan yaitu AE dan ZL. Penyebab rata-rata rating dikedua *e-commerce* ini rendah yaitu ada beberapa peubah yang tidak ada nilai ratingnya, pada AE ada 1 peubah yang tidak ada yaitu peubah setrika dan mesin jahit, sedangkan ZL ratingnya 0.00 karena tidak ada toko online/merek yang menjual barang kategori elektronik.

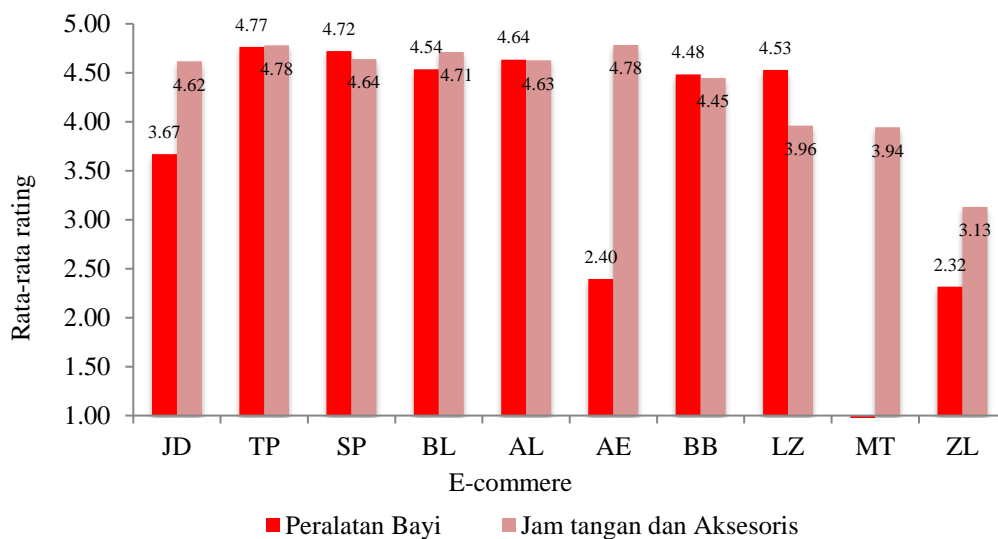


Gambar 2: Rata-rata rating kategori elektronik, keperluan RT dan gaya hidup untuk semua *e-commerce*.

Rata-rata keseluruhan pada kategori keperluan rumah tangga dan gaya hidup 10 *e-commerce* adalah 4.16 dengan nilai tertinggi adalah JD sebesar 4.84 dan terendah adalah ZL 1.90. Ada satu *e-commerce* lagi yang ratingnya kurang dari rata-rata keseluruhan yaitu BB, hal ini disebabkan dari 5 peubah yang dijadikan sebagai penilaian belum ada toko *online* yang mendapatkan nilai rating dari pelanggan pada peubah peralatan mandi. Sedangkan Rata-rata rating terendah pada ZL 1.90 karena tidak nilai rating pada peubah furniture, penerangan dan media buku.

Pada kategori peralatan bayi (Gambar 3) rata-rata keseluruhan *e-commerce* adalah 3.6. Terdapat beberapa *e-commerce* yang nilainya di bawah rata-rata

keseluruhan yaitu diantaranya MT, AE dan ZL. Rata-rata rating paling tinggi pada kategori ini adalah TP sebesar 4.77 dan yang paling rendah adalah MT yaitu 0.00 karena tidak ada kategori peralatan bayi pada *e-commerce* ini. Rata-rata rating *e-commerce* dibawah rata-rata keseluruhan yaitu AE dan ZL. Pada AE terdapat 2 peubah yang tidak ada nilainya yaitu makanan bayi dan perawatan bayi, sedangkan pada ZL tidak ada nilai rating pada peubah makanan bayi dan kamar bayi. Rata-rata rating kategori jam tangan dan aksesoris menggunakan 6 peubah penilaian. Rata-rata rating paling tinggi adalah TP dan AE sebesar 4.78, sedangkan rating paling rendah adalah ZL 3.13, karena ada 2 peubah yang belum ada penilaiannya yaitu emas batangan dan kacamata optik. Rata-rata rating secara keseluruhan yaitu 4.36.



Gambar 3: Rata-rata rating kategori peralatan bayi, jam tangan dan aksesoris untuk semua *e-commerce*.

4.2 Identifikasi Kelayakan Metode *Ant Colony Optimization* (ACO)

Pada bagian ini akan disajikan pencarian peringkat *e-commerce* menggunakan metode ACO dan AHP untuk skenario I dan II:

A. Skenario I

a. Pencarian peringkat menggunakan metode AHP untuk skenario I

Pencarian peringkat 5 *e-commerce* dan 30 peubah menggunakan metode AHP dengan bobot akhir yang dihasilkan melalui jarak Euclid yaitu sebanyak 30 dapat dilihat pada Lampiran 1. Jumlah bobot ini sama dengan banyak peubah yang digunakan. Hasil perkalian bobot dengan matriks yang sudah distandardisasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil peringkat *e-commerce* menggunakan metode AHP skenario I.

	<i>E-commerce</i>				
	O1	O2	O3	O4	O5
Peringkat	1	2	3	4	5

Nilai AHP	0.35	0.27	0.20	0.11	0.04
-----------	------	------	------	------	------

Urutan peringkat yang dihasilkan yaitu peringkat pertama adalah O1 dengan nilai AHP 0.35, peringkat ke-2 adalah O2 dengan nilai 0.27, peringkat ke-3 adalah O3 dengan nilai akhir 0.20, peringkat ke-4 yaitu O4 dengan nilai 0.11, dan peringkat ke-5 yaitu M5 dengan nilai akhir 0.04. Hasil peringkat ini berurut dari M1 sampai O5 sesuai dengan peringkat awal ketika data dibangkitkan.

b. Pencarian peringkat menggunakan metode ACO untuk skenario I

Penentuan *e-commerce* pertama yaitu tempat semut memulai perjalanan melalui penetapan dan akan dijadikan sebagai urutan pertama *e-commerce* setelah proses iterasi selesai, sedangkan pemilihan *e-commerce* selanjutnya didasarkan suatu nilai peluang, dinamai aturan transisi status (*state transition rule*), dengan mempertimbangkan *visibility* (invers dari jarak) titik tersebut dan jumlah feromon yang terdapat pada ruas yang menghubungkan titik tersebut. Semut lebih suka bergerak menuju ke titik-titik yang dihubungkan dengan ruas yang pendek (Dorigo & Gambardella, 1997). Nilai parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Inisialisasi parameter untuk metode *ant colony optimization* (ACO).

Inisialisasi Parameter	Besar nilai
Feromon awal (τ_{i,i^*})	0.01
Intensitas jejak semut (α)	1
Pengendali visibilitas (β)	2
Jumlah semut (m)	Sebanyak <i>e-commerce</i>
Penguapan jejak semut (ρ)	0.5

Inisialisasi parameter metode ACO pada Tabel 3 digunakan untuk skenario I, skenario II, dan penerapan ACO pada data *e-commerce* di Indonesia. Nilai parameter ini mengikuti penelitian tentang nilai parameter yang baik untuk proses pencarian tabu terbaik menggunakan metode ACO yang sudah dilakukan oleh Leksono (2009). Inisialisasi parameter sangat berguna agar menghasilkan feromon yang masih terhingga jumlahnya dan mencegah semut untuk mengunjungi rute yang sama. Hasil setiap perjalanan semut disimpan kedalam *tabulist*, yang berisi semua titik yang telah dikunjungi pada setiap tour. *Tabulist* ini mencegah semut untuk mengunjungi titik-titik yang sebelumnya telah dikunjungi selama tour tersebut berlangsung, dan membuat solusi optimal (Dorigo & Gambardella, 1997). Tabu yang dihasilkan untuk skenario I sebanyak 5 dengan urutan *tabulist* berbeda-beda.

Tabulist terbaik yang dihasilkan untuk skenario I berisi urutan dengan peringkat pertama adalah O1, peringkat ke-2 yaitu O2 dan berurut sampai peringkat ke-5 adalah O5, nilai feromon tabu terbaik ini sebesar 162.2048 dan peluang akhir 0.49993 yang merupakan peluang terbesar dan feromon terkecil dibandingkan dengan 4 tabu lainnya dapat dilihat pada Tabel 4. Tahap selanjutnya yang dilakukan untuk skenario I adalah pencarian peringkat dengan adanya data data kosong sebanyak 5%, 10%, dan 15%. Tujuan data kosong pada data simulasi ini untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil peringkat ACO.

Setelah tabu terbaik didapatkan, lalu algoritme dijalankan kembali sampai 10 ulangan dengan letak data kosong berbeda-beda.

Hasil tabu terbaik dari 10 ulangan tersebut didalamnya berisi urutan *tabulist* yang sama, tetapi nilai feromon dan peluang setiap ulangan berbeda-beda dikarenakan posisi data kosong setiap pengulangan juga berbeda. Tabu terbaik dengan peluang akhir terbesar dan feromon terkecil yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4, untuk nilai feromon dan peluang yang terdapat data kosong adalah rata-rata dari 10 ulangan.

Tabel 4: Hasil peringkat e-commerce menggunakan metode ACO skenario I beserta nilai peluang dan feromon.

Persentase data kosong	Peringkat <i>E-commerce</i>					Nilai Peluang	Nilai Feromon
	O1	O2	O3	O4	O5		
0%	1	2	3	4	5	0.49993	162.20480
5%	1	2	3	4	5	0.49993	162.20469
10%	1	2	3	4	5	0.49993	162.20387
15%	1	2	3	4	5	0.49993	162.20347

B. Skenario II

a. Pencarian peringkat menggunakan metode AHP

Simulasi kedua yang dilakukan adalah pencarian peringkat menggunakan data bangkitan 10 *e-commerce* dengan 30 peubah. Bobot AHP yang digunakan pada Lampiran 2. Hasil perkalian bobot dengan matriks yang sudah distandardisasi lalu diperingkat dapat dilihat Tabel 5. Peringkat yang didapatkan berurut, yaitu peringkat pertama *e-commerce* ke-1 atau O1 dengan nilai akhir 0.1889, peringkat ke-2 yaitu O2 dan seterusnya sampai peringkat terakhir adalah O10 dengan nilai perkalian akhir 0.01. Hasil peringkat menggunakan metode AHP ini sesuai dengan peringkat awal ketika pembangkitan data yaitu dari selang terbesar hingga terkecil.

Tabel 5: Hasil peringkat e-commerce menggunakan metode AHP skenario II.

	<i>E-commerce</i>									
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10
Peringkat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai AHP	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01

b. Pencarian peringkat menggunakan metode ACO

Pencarian peringkat untuk skenario II dengan metode ACO untuk data lengkap dilakukan sampai nilai peluang sudah tidak berubah antar iterasi. Tabu terbaik yang dihasilkan ketika menggunakan data lengkap ini nilai feromonnya sebesar 722.9 dan peluang 0.49 dengan urutan *tabulist* pertama adalah O1, ke-2 adalah O2, berurut sampai dengan urutan terakhir yaitu O10, hasil peringkat ini terdapat di Tabel 6. Pencarian peringkat selanjutnya menggunakan data bangkitan yang

sama tetapi terdapat data kosong sebanyak 5%, 10% dan 15% dari jumlah data. Tabu terbaik yang dihasilkan memiliki urutan *tabulist* yang sama dengan hasil peringkat ketika menggunakan data lengkap.

Setelah tabu terbaik didapatkan untuk masing-masing persentase data kosong Algoritme diulang kembali sebanyak 10 kali untuk melihat pengaruh peringkat ketika letak data kosong yang berbeda-beda. Urutan *tabulist* yang dihasilkan ketika ada data kosong sama dengan urutan peringkat ketika data lengkap dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai peluang akhir dan feromon pada Tabel 6 ini sama untuk setiap data kosong, nilai ini merupakan rata-rata dari 10 pengulangan. Perbedaan antar ulangan tidak begitu besar karena jumlah *e-commerce* yang digunakan lebih banyak dan perbedaan besar nilai antar peubah yang dibangkitkan juga tidak berbeda jauh.

Tabel 6: Hasil peringkat *e-commerce* menggunakan metode ACO untuk skenario II beserta nilai peluang dan feromon.

Persentase Data Kosong	Peringkat E-commerce										Nilai	
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	Peluang	Feromon
0%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.499	722.906
5%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.499	722.906
10%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.499	722.906
15%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0.499	722.906

C. Pemeringkatan skenario I dan II menggunakan metode ACO dan AHP

Hasil peringkat skenario I dan skenario II untuk data lengkap menggunakan metode AHP dan ACO menghasilkan peringkat yang sebanding. Pencarian peringkat untuk data kosong tidak bisa menggunakan metode AHP karena metode AHP adalah metode pembobot sehingga jika terdapat data kosong akan berpengaruh terhadap bobot yang dihasilkan dan akan mempengaruhi peringkat. Untuk melihat hasil peringkat ketika adanya data kosong maka untuk data yang sama dikosongkan 5%, 10%, dan 15%. Peringkat yang dihasilkan sebanding untuk kedua data baik ketika menggunakan metode AHP ataupun ACO.

Hasil ini didasarkan pada simulasi data untuk setiap skenario dengan nilai selang setiap *e-commerce* tidak saling tumpang tindih, akibatnya data yang digunakan dalam simulasi sudah benar-benar terpisah secara urutannya. Berdasarkan kondisi tersebut didapatkan informasi bahwa penggunaan metode ACO untuk data kosong layak digunakan karena peringkat yang dihasilkan sebanding dengan peringkat ketika menggunakan metode AHP.

4.3 Penerapan Metode ACO untuk Data *E-commerce* di Indonesia Berdasarkan Penilaian Pelanggan

Pencarian peringkat 10 *e-commerce* di Indonesia berdasarkan penilaian pelanggan melalui nilai rating disetiap *e-commerce* dengan 32 peubah yang dijadikan sebagai penilaian menggunakan metode ACO. Persentase data kosong atau peubah yang tidak ada di *e-commerce* sebesar 6.25%. Inisialisasi parameter yang digunakan untuk

algoritme ACO terdapat pada Tabel 3. Perjalanan semut dimulai dari setiap *e-commerce*. *E-commerce* tempat semut memulai perjalanan ini akan dijadikan sebagai peringkat pertama setelah tabu terbaik didapatkan, sedangkan pemilihan *e-commerce* selanjutnya berdasarkan peluang atau aturan transisi status dengan mempertimbangkan *visibility* titik dan jumlah feromon antar *e-commerce*.

Pencarian peringkat menggunakan metode ACO ini dilakukan sampai terjadi konvergen pada nilai peluang. Proses iterasi pencarian tabu terbaik berhenti setelah 15 kali iterasi. Tabu yang dihasilkan ada 10, didalamnya berisi *tabulist* dengan urutan yang berbeda-beda. Tabu terbaik adalah tabu kedua dengan nilai feromon terendah yaitu 723.2019 dan nilai peluang tertinggi sebesar 0.499744 dibandingkan dengan tabu lainnya, hasil semua tabu dapat dilihat pada Tabel 7.

Hasil *tabulist* semua tabu di evaluasi dengan cara mengkorelasikan nilai rating 32 peubah dan urutan *tabulist* setiap tabu menggunakan korelasi Spearman. Menurut Supranto (1998), koefisien korelasi Spearman adalah ukuran erat-tidaknya kaitan antara dua variabel ordinal atau ukuran atas derajat hubungan antara data yang telah disusun menurut peringkat. Pada Tabel 7 koefisien korelasi yang digunakan sebagai penilaian adalah koefisien maksimal dari korelasi *tabulist* dengan setiap peubah.

Koefisien korelasi maksimal terdapat pada tabu 8 sebesar 0.83, sedangkan pada tabu ke-2 nilai korelasi 0.82. Meskipun tabu ke-2 tidak menghasilkan koefisien korelasi tertinggi dikarenakan banyak data yang hilang pada beberapa peubah, namun koefisien korelasi yang dihasilkan oleh tabu ke-2 ini juga tidak begitu rendah selisih kedua tabu 0.01, urutan koefisien korelasinya merupakan tertinggi kedua setelah tabu ke-8. Tabu ke-2 memiliki nilai peluang yang paling tinggi dibandingkan dengan tabu lainnya, sehingga tabu terbaik yang akan digunakan adalah tabu ke-2. Urutan peringkat 3 besar dari tabu ke-2 ini adalah JD, peringkat ke-2 SP dan peringkat ke-3 yaitu TP.

Tabel 7: Hasil urutan peringkat dari 10 *e-commerce* di Indonesia berdasarkan penilaian pelanggan dengan metode ACO.

Tabu	E-commerce										Nilai Peluang	Nilai Feromon	Korelasi		
	TP	JD	SP	BL	AL	AE	BB	LZ	MT	ZL			Rata-rata	Min	Maks
1	1	10	2	5	7	9	3	4	8	6	0.4997423	723.2019	0.29	0.01	0.60
2	3	1	2	6	8	10	4	5	9	7	0.4997436	723.2019	0.25	0.02	0.82
3	2	10	1	5	7	9	3	4	8	6	0.4997277	723.2019	0.32	0.02	0.66
4	5	6	4	1	9	8	3	2	7	10	0.4997419	723.2019	0.38	0.02	0.80
5	4	10	3	7	1	8	5	6	9	2	0.4997420	723.2019	0.20	0.00	0.52
6	4	10	3	7	9	1	5	6	2	8	0.4997261	723.2020	0.31	0.02	0.77
7	3	4	2	10	7	6	1	9	5	8	0.4997375	723.2019	0.21	0.01	0.52
8	5	6	4	2	9	8	3	1	7	10	0.4997412	723.2019	0.42	0.02	0.83
9	6	10	5	9	3	2	7	8	1	4	0.4997322	723.2019	0.22	0.01	0.75
10	7	5	6	10	2	4	8	9	3	1	0.4997427	723.2019	0.33	0.02	0.77

5. Simpulan

Pencarian peringkat *e-commerce* berdasarkan penilaian pelanggan dengan metode ACO layak digunakan berdasarkan hasil simulasi skenario I dan II dengan kondisi peringkat awal data bangkitan sudah diketahui melalui selang yang digunakan. Hal ini dikarenakan hasil peringkat dalam simulasi yang dilakukan dengan data kosong 5%, 10%, dan 15% pada metode ACO sebanding dengan peringkat yang dihasilkan dengan metode AHP pada data lengkap. Selanjutnya metode ACO digunakan untuk menentukan peringkat 10 *e-commerce* di Indonesia berdasarkan 7 kategori dengan 32 peubah yang memiliki data kosong 6.25% hasilnya nilai peluang tertinggi dan korelasi maksimal yaitu tabu ke-2 dengan urutan peringkat pertama yaitu JD, kedua SP dan ketiga TP, sedangkan hasil peringkat dari 10 *e-commerce* untuk setiap kategori dapat dilihat pada hasil deskriptif.

Daftar Pustaka

- [APJII] Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. (2017). *Survei penetrasi dan perilaku pengguna internet Indonesia 2017*. Jakarta (ID): Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia.
- Chaffey, D., & Smith, P. R. (2013). *eMarketing eXcellence: Planning and optimizing your digital marketing*. Abingdon (UK): Routledge.
- Dorigo, M., & Gambardella, L. M. (1997). Ant colonies for the travelling salesman problem. *Biosystems*, 43(2): 73–81.
- Javadi, M. H. M., Dolatabadi, H. R., Nourbakhsh, M., Poursaeedi, A., & Asadollahi, A. R. (2012). An analysis of factors affecting on online shopping behavior of consumers. *International Journal of Marketing Studies*, 4(5): 81–98.
- Leksono, A. (2009). *Algoritma ant colony optimization (ACO) dalam Menyelesaikan traveling salesman problem (TSP) [skripsi]*. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Li, N., & Zhang, P. (2002). Consumer online shopping attitudes and behavior: An assessment of research. *AMCIS 2002 Proceedings*.
- Mengi, P. (2009). Customer satisfaction with service quality: An empirical study of public and private sector banks. *IUP Journal of Management Research*, 8(9): 7–17.
- Moe, W. W., & Schweidel, D. A. (2012). Online product opinions: Incidence, evaluation, and evolution. *Marketing Science*, 31(3): 372–386.
- Parpinelli, R. S., Lopes, H. S., & Freitas, A. A. (2002). Data mining with an ant colony optimization algorithm. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(4): 321–332.
- Saaty, T. L. (2000). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process* (Vol. 6). Pittsburgh (US): RWS publications.
- Supranto, J. (1998). *Teori dan aplikasi Statistik edisi ke-5*. Jakarta (ID): Erlangga.