

PENGEMBANGAN ALGORITMA SKYLINE QUERY UNTUK REKOMENDASI KULINER LOKAL BERBASIS PREFERENSI INDIVIDUAL PADA DATA STREAMING

RUHUL AMIN



**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan disertasi dengan judul “Pengembangan Algoritma *Skyline Query* untuk Rekomendasi Kuliner Lokal Berbasis Preferensi Individual pada Data *Streaming*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Ruhul Amin
G661190081



RINGKASAN

RUHUL AMIN. Pengembangan Algoritma *Skyline Query* untuk Rekomendasi Kuliner Lokal Berbasis Preferensi Individual pada Data *Streaming*. Dibimbing oleh TAUFIK DJATNA, ANNISA, dan IMAS SUKAESIH SITANGGANG

Inovasi utama penelitian ini adalah pengembangan *Distributed Data Skyline* (DDSky), sebuah algoritma *skyline query* paralel yang mengintegrasikan model preferensi individual pengguna yang bersifat dinamis dalam konteks data *streaming*. DDSky memanfaatkan model RFMRT (*recency, frequency, monetary, rating*) yang dirancang untuk menangkap perubahan preferensi pengguna secara *real-time* berbasis data transaksi aktual. Pendekatan ini memungkinkan sistem rekomendasi menghasilkan saran yang lebih relevan, personal, dan adaptif dibandingkan metode statis konvensional, sekaligus mampu memproses aliran data berskala besar secara efisien melalui arsitektur *distributed parallel model* (DPM). Integrasi ini memberikan kontribusi signifikan pada pengembangan sistem rekomendasi *real-time* berbasis *skyline query* yang responsif terhadap dinamika preferensi pengguna.

Penelitian ini berangkat dari permasalahan utama bagaimana mengembangkan sistem rekomendasi kuliner lokal yang mampu memberikan saran yang relevan dan personal kepada pengguna dengan preferensi yang terus berubah dalam lingkungan data *streaming*. Pertanyaan penelitian yang ingin dijawab adalah: 1) Bagaimana cara mengembangkan model preferensi individual pengguna yang bersifat dinamis, dengan memanfaatkan data riwayat transaksi pengguna? 2) Apa pendekatan yang tepat untuk mengembangkan algoritma *skyline query* paralel yang mempertimbangkan preferensi individual pengguna yang dinamis dalam konteks pemrosesan data *streaming*? 3) Bagaimana implementasi dan evaluasi algoritma *skyline query* paralel yang dikembangkan? 4) Bagaimana menganalisis *trade-off* antara akurasi rekomendasi dan efisiensi algoritma?

Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan algoritma *skyline query* dengan pemrosesan paralel pada data *streaming* untuk menghasilkan rekomendasi yang disesuaikan dengan preferensi individual pengguna yang dinamis. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk: (1) membangun model preferensi individual berbasis data riwayat transaksi; (2) merancang algoritma *skyline query* paralel yang mempertimbangkan dinamika preferensi pengguna, selanjutnya diberi nama *Distributed data skyline* (DDSky); (3) mengimplementasikan serta mengevaluasi efektivitas algoritma tersebut; (4) Menganalisis *trade-off* antara relevansi rekomendasi dan efisiensi algoritma DDSky. Penelitian ini, menggunakan pendekatan kuantitatif dengan beberapa tahapan utama. Pertama, data dikumpulkan dari aplikasi Jajanan Aplikasi Nusantara Pintar (JALITA), mencakup transaksi dan profil pengguna dari 22 wilayah, 519 menu, dan 72 pengguna. Kedua, model preferensi RFMRT (*recency, frequency, monetary, rating*) dikembangkan dan dinormalisasi dengan *min-max* untuk menghasilkan nilai preferensi individual. Ketiga, algoritma DDSky dirancang menggunakan arsitektur *distributed parallel model* (DPM). Arsitektur DPM terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: (a) *Monitor node* untuk menerima dan membagi data menggunakan *Kafka* dan *UserID Hashing*; (b) *Partition node* sebagai *thread* yang mengelola *sliding-window*, menghitung skor RFMRT, dan menjalankan *skyline query* lokal berbasis *Block nested loop* (BNL); serta (c) *Query node* untuk mengagregasi hasil *skyline* lokal menjadi



rekomendasi global secara *real-time*. Keempat, algoritma *Paralel distributed skyline* (PDSky) digunakan sebagai *baseline* pembandingan, dengan arsitektur DPM dan *multi-threading* namun hanya memproses atribut statis. Kelima, kinerja DDSky dibandingkan dengan PDSky menggunakan dua metrik: (a) akurasi rekomendasi yang diukur dengan *Offline Click through rate* (CTR), dan (b) efisiensi pemrosesan yang diukur dengan *throughput* berdasarkan jumlah *thread*. Analisis kompleksitas waktu turut dilakukan untuk keseluruhan proses dalam DDSky. Hasil utama menunjukkan bahwa algoritma DDSky mencapai rata-rata akurasi rekomendasi (*Offline CTR*) sebesar 84,81%, jauh lebih tinggi dibandingkan PDSky yang hanya mencapai 29,52%.

Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi model preferensi individual yang dinamis (RFMRT) dalam proses *skyline query* mampu meningkatkan relevansi dan personalisasi hasil rekomendasi secara signifikan. Namun, dari sisi efisiensi pemrosesan, *throughput* DDSky berada di kisaran 320–365 *record* per detik, lebih rendah dibandingkan PDSky yang dapat mencapai hingga 1.031,63 *record* per detik. Perbedaan ini menunjukkan adanya *trade-off* antara peningkatan akurasi rekomendasi dan biaya komputasi tambahan yang diperlukan untuk menghitung nilai preferensi RFMRT dan memproses dimensi preferensi yang lebih kompleks dalam *skyline query* secara paralel. Selain itu, kompleksitas waktu algoritma DDSky secara keseluruhan juga lebih tinggi karena mencakup seluruh proses penilaian preferensi, evaluasi dominasi antar objek, dan agregasi *skyline* secara paralel dari banyak partisi data. Meskipun demikian, DDSky menunjukkan konsistensi performa dalam berbagai konfigurasi jumlah *thread*, yang mengindikasikan stabilitas sistem dalam menangani data *streaming* berskala besar. Oleh karena itu, meskipun DDSky memiliki beban komputasi yang lebih tinggi, peningkatan akurasi yang signifikan menjadikannya pendekatan yang layak untuk sistem rekomendasi yang memprioritaskan personalisasi dan adaptivitas terhadap preferensi pengguna yang dinamis.

Kebaruan utama dalam penelitian ini terletak pada integrasi antara pengembangan model preferensi individual yang bersifat dinamis dengan perancangan algoritma *skyline query* yang adaptif dalam konteks data *streaming*. Penelitian ini secara khusus mengusulkan model RFMRT yang memanfaatkan data transaksi aktual dan penilaian pengguna untuk merepresentasikan perubahan preferensi secara *real-time*, sehingga lebih akurat dibandingkan pendekatan statis konvensional. Berdasarkan model tersebut, dirancang algoritma *skyline query* paralel yang tidak hanya efisien secara komputasi untuk mengelola aliran data berskala besar, tetapi juga adaptif karena mampu menyesuaikan hasil rekomendasi dengan perubahan preferensi yang terus berlangsung. Kemampuan adaptif ini muncul sebagai konsekuensi langsung dari penerapan model preferensi dinamis yang dikembangkan. Integrasi antara mekanisme preferensi individual dan pemrosesan *skyline query* menciptakan sistem rekomendasi yang tidak hanya unggul secara teknis, tetapi juga kontekstual dan personal. Kontribusi ini mendorong kemajuan signifikan dalam pengembangan sistem rekomendasi *real-time* berbasis *skyline query* di lingkungan data *streaming* yang terus berubah.

Kata kunci : data *streaming*, preferensi individual dinamis, rekomendasi kuliner, RFMRT, *skyline query*



SUMMARY

RUHUL AMIN. Development of Skyline Query Algorithm for Local Culinary Recommendation Based on Individual Preference on Streaming Data. Supervised by TAUFIK DJATNA, ANNISA, and IMAS SUKAESIH SITANGGANG

The main innovation of this research is the development of Distributed Data Skyline (DDSky), a parallel skyline query algorithm that integrates dynamic individual user preference models in the context of streaming data. DDSky utilizes the RFMRT (recency, frequency, monetary, rating) model, which is designed to capture changes in user preferences in real time based on actual transaction data. This approach enables the recommendation system to generate more relevant, personalized, and adaptive suggestions compared to conventional static methods, while efficiently processing large-scale data streams through a distributed parallel model (DPM) architecture. This integration makes a significant contribution to the development of real-time skyline query-based recommendation systems that are responsive to user preference dynamics.

This research addresses the core issue of developing a local culinary recommendation system that delivers relevant and personalized suggestions to users whose preferences continuously change in a streaming data context. The research seeks to answer: (1) How can a dynamic model of individual user preferences be developed by leveraging users' historical transaction data? (2) What is the appropriate approach for developing a parallel skyline query algorithm that accounts for dynamic individual user preferences in the context of streaming data processing? (3) How can the implementation and evaluation of the developed parallel skyline query algorithm be carried out? (4) How can the trade-off between recommendation accuracy and algorithmic efficiency be analyzed?

The main objective of this study is to develop a parallel skyline query algorithm for streaming data that generates recommendations based on dynamic individual preferences. Specifically, the study aims to: (1) develop an individual preference model from transaction history; (2) design a parallel skyline query algorithm that incorporates dynamic user preferences, referred to as Distributed data skyline (DDSky); and (3) implement and evaluate the algorithm's effectiveness. A quantitative approach is employed through several main stages. First, data was collected from the Jajanan Nusantara Pintar application (JALITA), consisting of transaction and user profile data from 22 regions, 519 menus, and 72 registered users. Second, the recency, frequency, monetary, rating (RFMRT) model was developed and normalized using min-max normalization to generate individual preference scores. Third, the DDSky algorithm is designed using a Distributed parallel model (DPM) architecture. This architecture comprises three main components: (a) a Monitor node to receive and distribute data via Kafka using UserID hashing; (b) Partition nodes implemented as threads that manage sliding-windows, calculate RFMRT scores, and execute local skyline queries using the *Block nested loop* (BNL) method; and (c) a Query node that aggregates local skyline results into real-time global recommendations. Fourth, the baseline algorithm Parallel distributed skyline (PDSky) was implemented using a Distributed parallel mode (DPM) based architecture and multi-threading, but only processes static attributes. Fifth, DDSky's performance was evaluated against PDSky using two metrics: (a) recommendation accuracy measured by Offline Click-through rate (CTR), and (b)



processing efficiency measured by throughput, varying the number of processing threads. Time complexity analysis was also conducted across DDSky's main stages.

The main findings indicate that DDSky achieved an average Offline CTR of 84.81%, significantly outperforming PDSky's 29.52%. This result demonstrates that the integration of a dynamic individual preference model (RFMRT) into the skyline query process can significantly improve the relevance and personalization of recommendations. However, in terms of processing efficiency, DDSky achieved only 320–365 records per second, compared to PDSky's 1.031.63 records per second, highlighting a trade-off between improved accuracy and computational cost due to the additional complexity of preference calculations and multi-dimensional skyline processing. DDSky also exhibited greater time complexity, covering the entire process of preference scoring, object dominance evaluation, and skyline aggregation across partitions. Nevertheless, DDSky demonstrated stable performance across different thread configurations, indicating system robustness for large-scale streaming data handling. Therefore, despite its higher computational load, DDSky offers a viable solution for recommendation systems that prioritize personalization and adaptivity to dynamic user preferences.

The main novelty of this research lies in the integration of a dynamic individual preference model with the design of an adaptive skyline query algorithm for streaming data. Specifically, this study proposes the RFMRT model, which uses real transaction data and user ratings to more accurately capture real-time preference changes compared to conventional static models. Based on this model, a parallel skyline query algorithm was developed to handle large-scale data efficiently while dynamically adjusting recommendations. This adaptive capability arises as a direct consequence of the implementation of the proposed dynamic preference model. The integration between individual user preference mechanisms and skyline query processing establishes a recommendation system that excels not only in technical performance but also in contextual relevance and personalization. This contribution marks a significant advancement in the development of real-time recommendation systems based on skyline queries within dynamic streaming data environments.

Keywords : culinary recommendation, data streaming, dynamic individual preferences, RFMRT, skyline query



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



IPB University
— Bogor Indonesia —

- 
- IPB University
— Bogor Indonesia —

PENGEMBANGAN ALGORITMA SKYLINE QUERY UNTUK REKOMENDASI KULINER LOKAL BERBASIS PREFERENSI INDIVIDUAL PADA DATA *STREAMING*

RUHUL AMIN

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
- 2 Prof. Dr. H. Jufriadif Na'am, S.Kom., M.Kom.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
- 2 Prof. Dr. Ir. Dwiza Riana, S.Si, MM, M.Kom, IPU, ASEAN Eng.



Judul Disertasi : Pengembangan Algoritma *Skyline Query* untuk Rekomendasi Kuliner Lokal Berbasis Preferensi Individual pada *Data Streaming*

Nama : Ruhul Amin
NIM : G661190081

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Eng. Ir. Taufik Djatna, M.Si.



Pembimbing 2:
Dr. Eng. Annisa, S.Kom, M.Kom.



Pembimbing 3:
Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si, M.Kom.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom.
NIP 197501301998022001



Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika
Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom.
NIP 199607021993021001



Tanggal Ujian Tertutup: 8 Juli 2025
Tanggal Ujian Terbuka: 5 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini dengan judul: "Pengembangan Algoritma *skyline query* untuk Rekomendasi Kuliner Lokal Berbasis Preferensi Individual pada Data *Streaming*." Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan September 2021 hingga Desember 2024 dengan mengangkat tema sistem rekomendasi. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya penulis sampaikan kepada:

- Prof. Dr. Eng. Ir. Taufik Djatna, M.Si.,
- Dr. Eng. Annisa, S.Kom, M.Kom, dan
- Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom.,

selaku pembimbing disertasi, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penelitian dan penulisan disertasi ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada:

- 1 Para penguji luar komisi pembimbing pada ujian tertutup dan sidang promosi, atas masukan dan kritik konstruktif yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan disertasi ini.
- 2 Pimpinan Sekolah Pascasarjana IPB University, Ketua Program Studi Ilmu Komputer, para dosen, serta seluruh tenaga kependidikan Sekolah Pascasarjana IPB University atas dukungan dan pelayanan akademik maupun administratif yang sangat baik.
- 3 Pimpinan Universitas Nusa Mandiri (UNM), Dekan Fakultas Teknologi Informasi, serta Ketua Program Studi Informatika UNM atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama masa studi.
- 4 Kedua orang tua tercinta, almarhum Ayahanda Syukuryadi dan Ibunda Rusmiati; istri tercinta Kustia Wulandari; serta anak-anak tersayang Ranu Mahardika Brahmantyo, Ravanza Akandra Bimasena, dan Rhinjani Shaqueena Angganararas, yang senantiasa menjadi sumber semangat, doa, dan dukungan moril yang tiada henti.
- 5 Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer IPB University angkatan 2019 semester ganjil pada khususnya, serta seluruh rekan mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer IPB University atas kebersamaan dan dukungannya.

Rekan-rekan satu bimbingan pada Program Magister dan Doktor Teknik Industri Pertanian (TIP) IPB University atas kerja sama dan semangat akademik yang terjalin selama ini.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Bogor, Agustus 2025

Ruhul Amin

DAFTAR ISI

RINGKASAN	iii
SUMMARY	v
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.6 Kebaruan Penelitian	7
1.7 Sistematika Penulisan Disertasi	8
II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Sistem Rekomendasi	9
2.2 Sistem Rekomendasi Berbasis <i>Skyline Query</i>	9
2.3 Model <i>Recency, Frequency</i> , dan <i>Monetary</i> (RFM)	11
2.4 <i>Skyline Query</i>	12
2.5 <i>Distributed and Parallel Skyline Query</i>	16
2.6 <i>Parallel Skyline Query</i>	17
2.7 <i>Skyline Query</i> pada <i>Data Streaming</i>	17
2.8 Tinjauan Kritis <i>Skyline Query</i> Berbasis Preferensi Individual pada <i>Data Streaming</i>	20
2.9 Kompleksitas Algoritma	25
2.10 Algoritma <i>Parallel Distributed Skyline (PDSky)</i> sebagai <i>Baseline</i>	26
III METODE	28
3.1 Pengumpulan Data	29
3.2 Pengembangan Model	30
3.3 Pengembangan Algoritma <i>DDSky</i>	38
3.4 Implementasi Algoritma <i>PDSky</i> sebagai <i>Baseline</i>	40
3.5 Implementasi Algoritma <i>DDSky</i>	42
3.6 Perangkat dan Lingkungan Uji	42
3.7 Evaluasi Algoritma	43
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Pengembangan Algoritma <i>Skyline Query</i> Berbasis Preferensi Individual Pengguna yang dinamis	46
4.2 Perhitungan <i>Distance</i> dan <i>Similarity</i>	49
4.3 Paralel <i>Skyline Query</i>	50
4.4 Implementasi Model dan Algoritma	56
4.5 Hasil Evaluasi Akurasi Algoritma	60
4.6 Hasil Evaluasi <i>Throughput</i>	62
4.7 Analisis Sensitivitas terhadap Ukuran <i>Sliding-window</i>	66



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

4.8 Analisis Waktu Tempuh Algoritma DDSky	67
V SIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Simpulan	69
5.2 Saran	69
LAMPIRAN	75
RIWAYAT HIDUP	88



DAFTAR GAMBAR

1.1 Aplikasi pesan-antar makanan	1
1.2 Aplikasi JALITA	2
2.1 Jenis sistem rekomendasi	9
2.2 Evolusi sistem rekomendasi berbasis <i>skyline query</i>	10
2.3 Jenis-jenis <i>skyline query</i>	13
2.4 Tipe <i>skyline query</i>	13
2.5 <i>Merging process</i> pada <i>D&C</i>	15
2.6 <i>Bushy merge tree</i>	15
2.7 Pemrosesan data <i>streaming</i>	17
2.8 Contoh model <i>sliding-window</i>	18
2.9 Contoh model <i>sliding-window</i> berbasis <i>record</i>	18
2.10 Contoh <i>skline query</i> pada data <i>streaming</i>	19
2.11 Diagram alir kerangka kerja penelitian	24
2.12 Perbandingan kompleksitas algoritma	25
3.1 Tahapan penelitian	29
3.2 Model dasar RFM	31
3.3 <i>Flowchart</i> model RFMRT	33
3.4 Model <i>baseline</i> preferensi individual pengguna	36
3.5 Pemrosesan paralel <i>skyline query</i>	38
4.1 Alur kerja DDSky	46
4.2 Contoh partisi <i>sliding-window</i>	51
4.3 Grafik perbandingan <i>Offline CTR</i> DDSky dengan PDSky	61
4.4 Hasil evaluasi <i>throughput</i> DDSky	65
4.5 Hubungan antara jumlah pengguna dan waktu tempuh	68

DAFTAR TABEL

2.1 Segmentasi pelanggan	12
2.2 Contoh <i>dataset</i>	19
2.3 Penelitian terdahulu sistem rekomendasi dengan <i>skyline query</i>	21
2.4 Notasi Big <i>O</i>	25
3.1 Data penelitian	29
3.2 Notasi model rekomendasi preferensi individual	32
3.3 Transaksi pengguna	34
3.4 Contoh perhitungan Normalisasi <i>recency, frequency, monetary</i>	35
3.5 <i>Baseline</i> preferensi individual pengguna	37
3.6 Skenario pengujian	45
4.1 Analisis kompleksitas Algoritma 3	48
4.2 Analisis kompleksitas algoritma 4	50
4.3 Notasi algoritma DDSky	51
4.4 Analisis kompleksitas algoritma 5	54
4.5 <i>Dataset</i> transaksi pengguna	56



4.6 Data transaksi pengguna (<i>U4</i>)	57
4.7 Hasil perhitungan preferensi <i>U004</i>	58
4.8 Rekomendasi kuliner (<i>U4</i>)	58
4.9 Hasil Evaluasi akurasi rekomendasi DDSky	60
4.10 Hasil evaluasi akurasi rekomendasi PDSky	61
4.11 Hasil eksekusi pengujian algoritma DDSky	62
4.12 Hasil pengukuran <i>throughput</i> DDSky.	63
4.13 Hasil eksekusi pengujian algoritma PDSky	64
4.14 Pengukuran <i>throughput</i> PDSky	64
4.15 Hasil sensitivitas ukuran <i>sliding-window</i>	66
4.16 Hasil pengujian waktu DDSky	67

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.