

SISTEM REKOMENDASI DUA ARAH UNTUK PEMILIHAN DOSEN PEMBIMBING MENGGUNAKAN DATA HISTORI DAN *SKYLINE VIEW QUERIES*

Global Ilham Sampurno^{*1}, Annisa², Sony Hartono Wijaya³

^{1,2,3}Institut Pertanian Bogor, Bogor

Email: ¹global_ilham28@apps.ipb.ac.id, ²annisa@apps.ipb.ac.id, ³sony@apps.ipb.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 31 Agustus 2021, diterima untuk diterbitkan: 24 Oktober 2022)

Abstrak

Pemilihan dosen pembimbing merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyelesaian tugas akhir. Pada mekanisme pemilihan dosen pembimbing, sering kali mahasiswa sendiri belum memahami dengan jelas kemampuan dirinya serta topik apa yang akan dipilihnya, sehingga nama calon dosen pembimbing yang diusulkan mahasiswa umumnya belum mempertimbangkan hal tersebut. Mekanisme seperti ini juga menyebabkan terjadinya penumpukan calon bimbingan pada dosen tertentu dan kekurangan bimbingan pada dosen yang lain, meskipun keduanya memiliki latar belakang keilmuan yang mirip. Pada saat yang sama, umumnya dosen pembimbing tidak pernah ditanya preferensinya terhadap mahasiswa seperti apa yang sesuai untuk topik penelitian yang akan ditawarkan. Sistem rekomendasi yang ada biasanya hanya mempertimbangkan preferensi salah satu pihak saja, dari sisi dosen saja ataupun sisi mahasiswa saja. Penelitian ini membangun sistem rekomendasi dua arah baik dari sisi dosen maupun dari sisi mahasiswa menggunakan *skyline view queries*. *Skyline view queries* merekomendasikan dosen yang dominan kepada mahasiswa sesuai dengan preferensi mahasiswa, dan merekomendasikan mahasiswa yang dominan kepada dosen sesuai dengan preferensi dosen. Untuk mendapatkan preferensi dari kedua sisi, digunakan teknik *text mining* dan *clustering* pada data histori nilai akademik dan topik penelitian dari mahasiswa yang sudah lulus sebagai acuan untuk mahasiswa yang akan memilih dosen pembimbing. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggabungan metode *skyline view queries* dengan profil akademik dan data histori dapat mengatasi permasalahan penumpukan calon bimbingan pada dosen tertentu serta dapat memberikan rekomendasi yang sesuai dengan kemampuan akademik dan preferensi mahasiswa dan dosen.

Kata kunci: data histori, pemilihan dosen pembimbing, rekomendasi dua arah, sistem rekomendasi, *skyline view queries*.

TWO-WAYS RECOMMENDATION SYSTEM FOR SUPERVISOR SELECTION USING HISTORICAL DATA AND SKYLINE VIEW QUERIES

Abstract

Selection of thesis supervisor is a factor that have an effect on the final thesis process. In the process of choosing thesis supervisor, student often has not clearly recognize his/her capability and topic that will be researched. Therefore, this issue is likely not considered when the student propose his/her thesis supervisor. This selection process typically also makes one supervisor is proposed by many student while other supervisor is proposed by less student, even though both supervisor has similar scientific background. At the same time, generally the thesis supervisor has never been asked his/her student preferences related to the supervisor's research topics. Existing recommendation systems usually consider preferences from one party, either supervisor's or student's preferences. This research develop a two-way recommendation system, considering both supervisor's and student's preferences using skyline view queries. Skyline view queries recommend dominant supervisor to student based on student's preferences, and recommend dominant student to supervisor based on supervisor's preferences. To acquire preferences from both party, text mining techniques and clustering is used on student's historical academic scores data and data of research topics from graduated student as reference for student in choosing thesis supervisor. Experiment results show that using skyline view queries method on student's academic profile and historical data can overcome the issue of one supervisor is proposed by too many students. In addition, the results shows that the method can also give appropriate recommendation based on student's academic portfolio and student's and supervisor's preferences.

Keywords: *historical data, recommendation system, skyline view queries, supervisor selection, two ways recommendation.*

1. PENDAHULUAN

Tugas akhir merupakan sebuah karya ilmiah yang disusun berdasarkan kegiatan yang dilakukan oleh mahasiswa dan dibimbing oleh satu atau lebih dosen pembimbing (Siregar, 2015). Proses penyelesaian tugas akhir tidak boleh melebihi batas waktu studi yang diizinkan, sehingga mahasiswa dihibau untuk dapat menyelesaikan tugas akhir secepatnya (Mukti, 2020).

Proses tersebut dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal (Fitri, 2020). Faktor internal adalah suatu hal yang disebabkan oleh mahasiswa itu sendiri sedangkan faktor eksternal dipengaruhi oleh lingkungan individu (Yuniar dkk. 2019). Pemilihan dosen pembimbing merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi proses penyelesaian tugas akhir (Zaaba dkk. 2015). Pemilihan tersebut bertujuan untuk mendapatkan pembimbing yang sesuai, sehingga terjalin interaksi yang baik antara mahasiswa dan pembimbing (Armstrong dkk. 2004).

Mekanisme pemilihan dosen pembimbing umumnya dilakukan adalah mengumpulkan usulan nama calon dosen pembimbing dari mahasiswa dan melakukan pembahasan secara internal untuk menetapkan dosen pembimbing dari masing-masing mahasiswa. Beberapa hal yang dijadikan pertimbangan adalah usulan nama calon dosen pembimbing dari mahasiswa, dan kuota bimbingan dari dosen pembimbing. Mekanisme memasukkan nama dosen pada usulan mahasiswa seringkali menyebabkan penumpukan pada kuota dosen tertentu.

Informasi mengenai apakah kemampuan akademik mahasiswa tertentu dapat sesuai untuk sebuah topik tertentu belum tersedia sehingga hal tersebut belum menjadi pertimbangan. Informasi ini dapat memberikan gambaran baik kepada mahasiswa maupun dosen pembimbing dalam menentukan apakah seorang mahasiswa memang betul-betul sesuai untuk mengerjakan topik tertentu atau tidak sesuai dengan kemampuan akademiknya.

Data histori dari nilai mahasiswa dan topik pembimbingan pada semester-semester sebelumnya dapat digunakan untuk menangkap profil akademik dan kinerja mahasiswa terhadap penyelesaian tugas akhir. Profil akademik dan topik yang diajukan dari mahasiswa-mahasiswa yang lulus tepat waktu dan yang tidak lulus tepat waktu dapat diperoleh dari data histori bimbingan sebelumnya. Profil ini selanjutnya dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi baik kepada mahasiswa maupun dosen pembimbing dalam menentukan pilihannya.

Sistem rekomendasi adalah suatu sistem yang menyarankan informasi yang berguna kepada pengguna untuk mencapai tujuannya sehingga pengguna dapat memilih objek yang diinginkannya (Kurniawan 2016). Rekomendasi untuk pemilihan dosen pembimbing telah dilakukan pada penelitian Putri dkk. (2019), Rina dkk. (2021), Ramadhani dkk. (2021), Rahma & Anwar (2021), Gultom & Marlim

(2021). Penelitian-penelitian tersebut umumnya hanya memperhitungkan salah satu aspek, dosen saja atau mahasiswa saja, untuk membangun sebuah sistem rekomendasi, sehingga rekomendasi yang dihasilkan juga hanya bersifat satu arah.

Sistem rekomendasi dua arah menggunakan *skyline view queries* (Chen dkk. 2013), digunakan untuk mempertimbangkan preferensi dari dua pihak serta dapat menjawab berbagai kueri yang dibutuhkan oleh kedua pihak. Sistem rekomendasi dua arah pernah digunakan untuk pencarian rekomendasi dua arah antara pelamar kerja dan perusahaan yang membuka lowongan kerja. Setelah menentukan kriteria yang diperhitungkan dari masing-masing pihak, selanjutnya pihak pencari kerja memasukkan preferensi pekerjaan yang diinginkannya dan pihak perusahaan memasukkan preferensinya terhadap calon pegawai yang diinginkannya.

Skyline view queries adalah kumpulan kueri berbasis *skyline query*. *Skyline query* adalah sebuah metode untuk menghasilkan objek yang dominan atau menarik (Tiakas dkk. 2015). Suatu objek dikatakan dominan, jika nilai objek tersebut lebih baik atau sama dengan nilai objek lain pada semua kriteria dan lebih baik minimal pada satu kriteria dalam n dimensi (Borzsony dkk. 2001, Xie dkk. 2020). *Skyline query* dapat meningkatkan performa dengan cara memilah objek yang akan direkomendasikan berdasarkan *dominance relationship* (Shah dkk. 2016). *Skyline view queries* merupakan kumpulan kueri yang digunakan untuk mencari *skyline* objek pada dua *dataset* berbeda.

Berbeda dengan penerapan rekomendasi dua arah pada penelitian (Chen dkk. 2013), dimana preferensi pengguna sudah tersedia, pada pemilihan dosen pembimbing preferensi dosen dan mahasiswa belum tersedia secara langsung. Untuk mendapatkan preferensi dosen dan mahasiswa yang akan dibimbing (selanjutnya disebut mahasiswa), penelitian ini menggunakan data histori dari mahasiswa yang sudah lulus sebelumnya (selanjutnya disebut alumni).

Preferensi didapat dari data histori berupa profil akademik dan topik penelitian dengan asumsi yang digunakan adalah, mahasiswa yang memiliki profil yang sama dengan alumni tertentu, akan memiliki performa yang relatif sama dengan alumni tersebut. Data histori topik penelitian selanjutnya diolah dengan menggunakan teknik pengolahan data teks untuk mendapatkan pilihan topik penelitian untuk mahasiswa.

Text mining adalah salah satu teknik untuk mengekstraksi informasi yang bermakna dari data berupa teks (Allahyari dkk. 2017). Daftar dari topik penelitian yang didapatkan lalu diberikan kepada mahasiswa untuk diberi *check list*, topik mana saja yang disenangi. Dengan mekanisme ini, mahasiswa tidak perlu lagi memasukkan nama calon dosen pembimbing sehingga kejadian penumpukan dan kekurangan calon bimbingan pada beberapa dosen tertentu dapat dihindari. Pada data histori

alumni yang lulus tepat waktu akan dilihat, bagaimana profil akademiknya, topik apa yang diambil, dan siapa pembimbingnya. Profil akademik alumni ini kemudian diolah dengan menggunakan *clustering* bersama dengan profil akademik mahasiswa dan daftar topik yang diminati mahasiswa.

Hasilnya didapatkan preferensi dosen dan mahasiswa yang siap digunakan untuk masuk ke dalam algoritme rekomendasi dua arah. Penggabungan metode *skyline view queries* dengan profil akademik, usulan topik dan data histori ini menghasilkan sebuah sistem rekomendasi yang dapat memberikan rekomendasi dari sisi dosen dan dari sisi mahasiswa dengan mempertimbangkan kemampuan akademik mahasiswa, topik penelitian dosen, dan preferensi keduanya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data Penelitian

Data pada penelitian ini berupa data histori akademik dan tugas akhir pembimbingan pada tahun 2012-2017. Pada data penelitian ini terdapat 134 mahasiswa yang telah lulus dan 46 dosen. Pada data mahasiswa, beberapa atribut yang digunakan diantaranya adalah data akademik seperti IPK dan nilai mata kuliah. Selain data akademik, data lain yang digunakan adalah topik yang diminati oleh mahasiswa dan data histori bimbingan yang telah lulus.

Pada data dosen pembimbing beberapa atribut yang digunakan diantaranya adalah topik penelitian pembimbing, rata-rata waktu studi bimbingan dan jumlah mahasiswa bimbingannya yang telah lulus. Pada penelitian ini, data topik diambil dari judul tesis yang didapatkan pada data histori pembimbingan.

2.2. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, untuk membuat sistem rekomendasi dua arah menggunakan metode *skyline view queries* dibutuhkan struktur penyimpanan data berupa 2 tabel yang digunakan untuk menyimpan data mahasiswa dan data dosen secara terpisah.

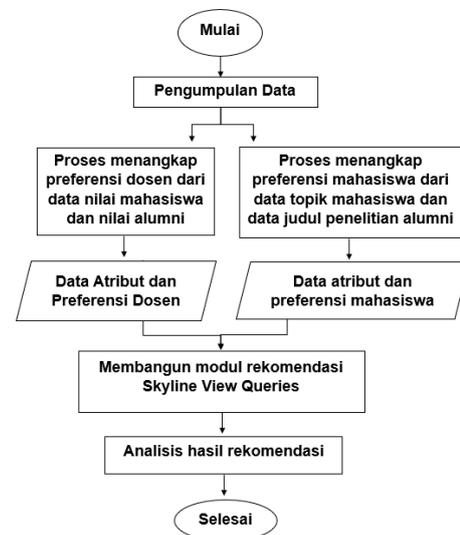
Tabel mahasiswa berisi data profil mahasiswa (terdiri dari IPK dan Nilai Mata Kuliah) dan nama-nama dosen yang diminati, sedangkan tabel dosen berisi data profil dosen (terdiri dari rata-rata waktu studi bimbingan dan jumlah alumni yang sudah diluluskan) dan nama-nama mahasiswa yang diminati.

Data dosen yang diminati oleh mahasiswa, diambil dari data histori judul tesis alumni. Judul tesis ini akan diolah bersama dengan data usulan topik penelitian yang diajukan oleh mahasiswa dengan menggunakan metode *clustering* untuk mendapatkan data dosen yang diminati. Asumsi yang digunakan adalah, jika judul tesis dan usulan topik berada dalam satu klaster yang sama, maka dosen pembimbing dari

judul tesis tersebut merupakan dosen yang sesuai dengan preferensi mahasiswa.

Data mahasiswa yang diminati diambil dari data histori nilai alumni yang lulus tepat waktu. Data nilai alumni yang lulus tepat waktu bersama dengan data nilai mahasiswa sekarang, akan diolah menggunakan metode *clustering* untuk mendapatkan preferensi dosen, yaitu mahasiswa yang diminati oleh dosen tersebut.

Asumsi yang digunakan adalah, jika alumni dan mahasiswa berada dalam satu klaster, maka mahasiswa tersebut merupakan mahasiswa yang sesuai dengan preferensi dosen pembimbing dari alumni tersebut. Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini memiliki beberapa tahapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur tahapan penelitian

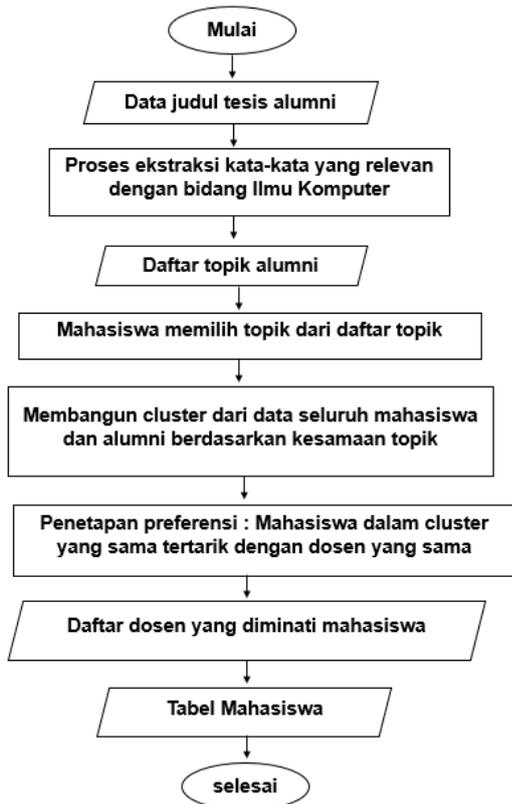
2.3. Praproses Data

Sebelum proses rekomendasi dilakukan, data histori pembimbingan perlu diproses untuk menghasilkan preferensi mahasiswa dan dosen pembimbing yang diperlukan pada rekomendasi *skyline view queries*. Kedua preferensi tersebut didapatkan berdasarkan pengolahan data yang akan dilakukan pada tahap ini. Gambar 2 menjelaskan bahwa untuk mendapatkan data dosen yang diminati, dilakukan proses pengolahan data topik dari alumni dan mahasiswa. Pertama-tama, data judul tesis dari alumni diekstrak kata-kata yang relevan dengan ilmu komputer menggunakan *text mining*.

Pada proses ekstraksi kata pada judul tesis, dilakukan proses menghapus *stopword* dan menerapkan *stemming* dengan memilih kata-kata yang memiliki frekuensi tertinggi berdasarkan jumlah kemunculannya (Miao dkk. 2005). Setelah proses tersebut, proses ekstraksi kata dilanjutkan dengan proses tokenisasi pada kumpulan potongan kalimat dengan menerapkan penggunaan n-gram (Cotter dkk. 2019). Sebuah n-gram adalah urutan berurutan dari n

"kata" yang diambil dari potongan kalimat (Schmidt & Heckendorf, 2017).

Hasil dari proses ini berupa kumpulan topik dari alumni. Kumpulan topik dari alumni ini kemudian diserahkan kepada mahasiswa untuk diberi *check list* topik mana saja yang diminati oleh mahasiswa. Alumni dan mahasiswa kemudian dikelompokkan menggunakan teknik kluster berdasarkan kesamaan topiknya.



Gambar 2. Diagram alur proses pengolahan data topik

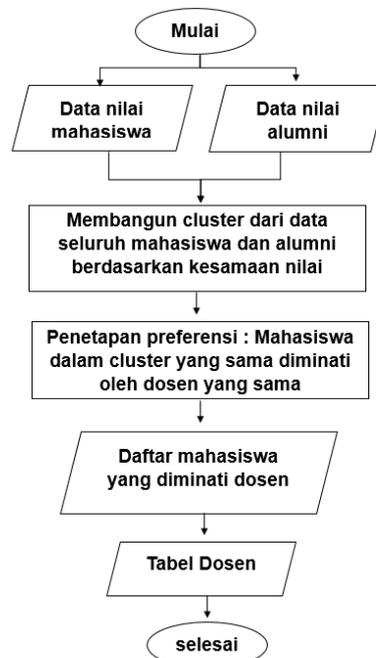
Metode *clustering* yang digunakan pada proses ini adalah *K-modes clustering*. Algoritme *K-modes* didasarkan pada paradigma dari algoritme *K-means*, dengan menghilangkan batasan data numerik dan mempertahankan efisiensinya. Teknik *K-modes* ini memperluas pola *K-means* ke kluster data kategorikal dengan menghilangkan penghalang yang dikenakan oleh *K-means* (Chaouch dkk. 2020).

Metode *K-modes clustering* menghasilkan kelompok-kelompok mahasiswa yang memiliki kombinasi pilihan topik yang sejenis berdasarkan perhitungan nilai titik *centroid*. Titik *centroid* dibangun dari modus tiap fitur. Modus adalah nilai data yang paling banyak muncul. Pembentukan *centroid* bisa didapatkan dengan mencari modus tiap fitur (Indriani & Budiman, 2017).

Hasil dari proses *clustering* dapat digunakan untuk mendapatkan data pembimbing yang diminati berdasarkan kluster yang dihasilkan, dimana mahasiswa dan alumni pada satu kluster yang sama

dapat dikatakan memiliki minat pada topik yang serupa, sehingga mahasiswa dikatakan memiliki minat terhadap dosen pembimbing yang sama dengan alumni pada kluster tersebut. Dari proses ini didapatkanlah daftar dosen pembimbing yang diminati oleh mahasiswa.

Setelah mendapatkan preferensi mahasiswa, selanjutnya dilakukan proses untuk mendapatkan preferensi dosen, yaitu mahasiswa yang diminati dosen. Data ini bisa didapatkan dari data nilai alumni dari masing-masing pembimbing dan data nilai MK (Mata Kuliah) dari mahasiswa yang akan memilih pembimbing. Gambar 3 menjelaskan proses pengolahan data nilai mata kuliah dari mahasiswa dan alumni untuk mendapatkan data mahasiswa yang diminati oleh dosen.



Gambar 3. Diagram alur proses pengolahan data nilai mahasiswa

Metode *clustering* yang digunakan pada proses ini adalah *k-means clustering* dengan menggunakan kesamaan nilai mata kuliah yang dimiliki. *K-means clustering* adalah algoritme *clustering* sederhana yang memiliki kemampuan untuk membuang data dalam jumlah besar dengan cara mempartisi *dataset* menjadi beberapa kluster *k*. Algoritme ini cukup mudah untuk diimplementasikan, proses yang dijalankan relatif cepat dan efisien (Nainggolan dkk. 2019).

Hasil dari proses ini didapatkan mahasiswa pada satu kluster yang sama dengan alumni tertentu dapat dikatakan memenuhi preferensi dari dosen pembimbing alumni tersebut. Dari proses ini didapatkanlah daftar mahasiswa yang diminati oleh dosen pembimbing.

Setelah preferensi dosen dan mahasiswa didapatkan, langkah selanjutnya adalah membangun

sistem rekomendasi dua arah. contoh bentuk data yang telah dihasilkan pada tahap proses pengolahan data topik dan data nilai mata kuliah dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Contoh data mahasiswa

Id	IPK	Nilai MK	Dosen yang diminati
M1	3.8	AB	Dosen B dan C
M2	3.3	A	Dosen A dan C
M3	3.5	BC	Dosen A,B dan C
M4	3	B	Dosen B dan C

Tabel 2. Contoh data pembimbing

Id	Rata-rata	Bimbingan	Mahasiswa yang diminati
	waktu studi bimbingan	yang sudah lulus	
A	2 Tahun	8 orang	M1, M2 dan M3
B	2,5 Tahun	12 orang	M1, M3, dan M4
C	3 Tahun	10 orang	M1, M2 dan M4

2.4. Model Proses Rekomendasi

Model dalam proses mendapatkan rekomendasi dilakukan dengan menggunakan *skyline view queries* yang dimana kesimpulan rekomendasi dihasilkan dari *skyline mutual view*, *reciprocal skyline view*, dan *skyline inverse skyline*. *Skyline view queries* memiliki 8 kueri. Terdapat dua buah data set pada konsep *skyline view queries*. Setiap anggota data set X memiliki *interest* atau preferensi terhadap anggota data set Y, demikian juga sebaliknya. Pengertian dari 8 kueri yang terdapat pada *skyline view queries* untuk data set X, yang juga berlaku sebaliknya untuk data set Y dijelaskan sebagai berikut:

$V(x)$ merupakan kueri *view* dari x yaitu kumpulan anggota data set Y yang memenuhi *interest* atau preferensi dari x. x adalah salah satu objek yang merupakan anggota dataset X. Pada Tabel 1, dosen yang diminati M1, $V(M1)$, adalah dosen B dan dosen C. Pada Tabel 6, mahasiswa M1 dan M3 merupakan *view* dari dosen A, B, C, yang berarti M1 dan M3 diminati oleh ketiga dosen tersebut.

$IV(x)$ merupakan kueri *inverse view* dari x yaitu kumpulan anggota data set Y dimana x memenuhi *interest* atau preferensi dari kumpulan anggota dataset Y tersebut. Berdasarkan Tabel 1 dan 2 di atas, dosen yang berminat pada mahasiswa M1, $IV(M1)$, adalah dosen A, B, dan C, karena mahasiswa M1 merupakan *view* dari dosen A, B, dan C.

Pada persamaan (1), $SV(x)$ merupakan kueri *skyline view* dari x yaitu anggota data set Y yang paling menarik dari kumpulan semua anggota data set Y yang memenuhi *interest* atau preferensi dari x. Berdasarkan Tabel 1 dan 2, dosen yang menarik (*skyline*) dan diminati oleh mahasiswa M1, $SV(M1)$, adalah dosen B. Kriteria yang dimiliki dosen C didominasi oleh dosen B karena dosen B memiliki Rata-rata waktu studi bimbingan dan jumlah bimbingan yang telah lulus lebih baik dibandingkan dosen C.

$$SV(x) = Skyline(V(x)) \quad (1)$$

Pada persamaan (2), $iSky(x)$ merupakan kueri *inverse skyline view* dari x yaitu anggota data set Y dari kumpulan semua anggota data set Y yang *skyline viewnya* berisi x. Berdasarkan Tabel 1 dan 2, dosen yang berminat dan tertarik pada mahasiswa M1, $iSky(M1)$, adalah dosen A, B, dan C, karena mahasiswa M1 terdapat pada $SV(A)$, $SV(B)$, dan $SV(C)$.

$$iSky(x) = y \in Y, \quad SV(y) = x \quad (2)$$

Pada persamaan (3), $rSky(x)$ merupakan kueri *reciprocal skyline view* dari x yaitu anggota data set Y yang paling menarik dari kumpulan semua anggota data set Y yang terdapat pada $IV(x)$. Berdasarkan Tabel 1 dan 2, kumpulan dosen yang berminat pada Mahasiswa M1, dan menarik dari sisi mahasiswa, $rSky(M1)$ adalah dosen A dan B.

$$rSky(x) = Skyline(IV(x)) \quad (3)$$

Pada persamaan (4), $MV(x)$ merupakan kueri *mutual view* dari x yaitu anggota data set Y dari kumpulan semua anggota data set Y yang memenuhi *interest* atau preferensi dari x dan x memenuhi *interest* atau preferensi dari anggota data set Y yang paling menarik tersebut. Berdasarkan Tabel 1 dan 2, kumpulan dosen yang berminat pada mahasiswa M1 dan diminati juga oleh mahasiswa M1, $MV(M1)$, adalah dosen B dan C.

$$MV(x) = \{x \in V(y) \cap y \in V(x)\} \quad (4)$$

Pada persamaan (5), $SMV(x)$ merupakan kueri *skyline mutual view* dari x yaitu anggota data set Y yang paling menarik dari kumpulan semua anggota data set Y yang terdapat pada $MV(x)$. Berdasarkan Tabel 1 dan 2, $SMV(M1)$ memberikan rekomendasi dosen yang menarik/dominan dari sekumpulan dosen dimana mahasiswa M1 diminati dan juga berminat, dosen tersebut adalah dosen B.

$$SMV(x) = Skyline(MV(x)) \quad (5)$$

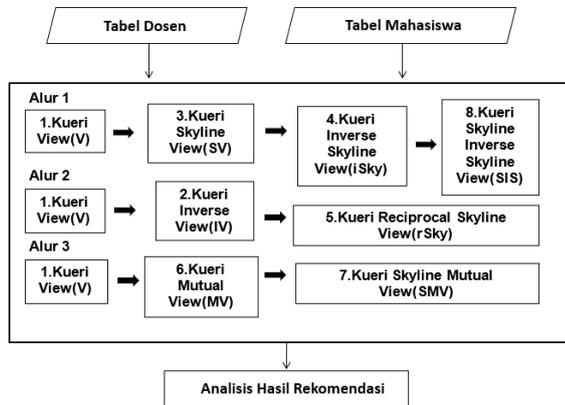
Pada persamaan (6), $SIS(x)$ merupakan kueri *skyline inverse skyline view* dari x yaitu anggota data set Y yang paling menarik dari kumpulan semua anggota data set Y yang terdapat pada $iSky(x)$. Berdasarkan Tabel 1 dan 2, $SIS(M1)$ memberikan rekomendasi dosen yang menarik/dominan yang meminati mahasiswa M1 sebagai salah satu kandidatnya, dosen tersebut adalah dosen A dan B.

$$SIS(x) = Skyline(iSky(x)) \quad (6)$$

Bagan alur pada *skyline view queries* dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan bagan alur pada *skyline view queries* yang terdapat pada Gambar 4, proses rekomendasi dilakukan dengan 3 alur hingga mendapatkan kueri akhir *reciprocal skyline view*, *skyline mutual view*, dan *skyline inverse skyline*.

Algoritme yang digunakan dalam mencari objek *skyline* dilakukan dengan menggunakan algoritme *Block Nested Loop* (BNL).



Gambar 4. Bagan alur pada *skyline view queries*

Berdasarkan penelitian (Borzsony dkk. 2001), Cara naif untuk mendapatkan objek *skyline* adalah dengan menerapkan algoritme *nested-loop* dan membandingkan setiap tupel dengan setiap tupel lainnya. Penerapan *nested-loop* sangat tidak efisien, sehingga algoritme BNL mengoptimalkannya dengan cara menghasilkan blok tupel *skyline* di setiap iterasi.

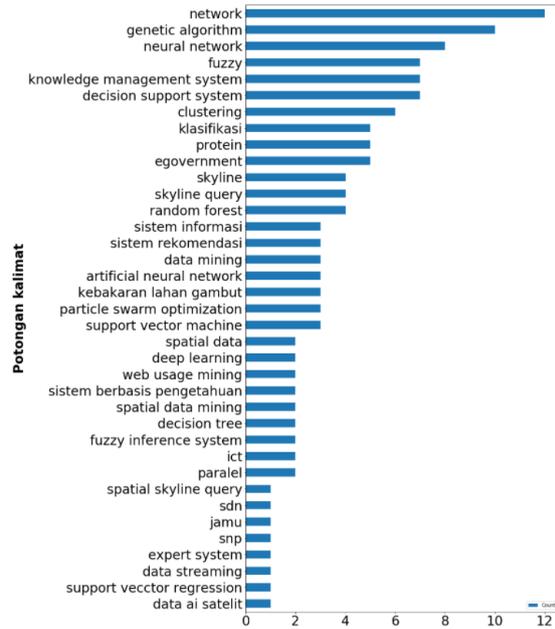
BNL adalah metode *nested-loop* yang membandingkan setiap pasangan titik data dalam kumpulan data dan mengeluarkan titik-titik yang tidak didominasi oleh titik lain. Nilai dominasi diantara titik-titik tersebut dilacak secara berurutan (Kalyvas & Tzouramanis, 2017). Algoritme BNL berkinerja baik terutama ketika jumlah dimensi data kecil atau distribusi data berkorelasi (Du dkk. 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Ekstraksi Kata Pada Data Topik

Pada penelitian ini proses ekstraksi kata-kata yang relevan dengan bidang ilmu komputer menggunakan proses tokenisasi, *filtering stopwords* dan disertai dengan penggunaan ngram. Variasi penggunaan ngram yang dikaji adalah 1 suku kata hingga 3 suku kata. Pada data topik terdapat 1597 kata yang kemudian dilakukan pembersihan kata sehingga jumlah kata menjadi 1341. Plot dari frekuensi kata terbanyaknya dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 merupakan kumpulan topik berupa potongan kalimat beserta frekuensi kemunculannya dari semua penggunaan ngram yang telah difilter. Terdapat 38 topik berupa potongan kalimat yang diurutkan dari yang paling sering muncul. Berdasarkan topik tersebut mahasiswa kemudian dapat menentukan satu atau lebih topik yang menarik minatnya.



Gambar 5. Plot frekuensi kemunculan dari kumpulan topik

3.2. Analisis Klaster

Pada penelitian ini, data topik yang telah didapatkan pada data pembimbing dan mahasiswa dikelompokkan dengan menggunakan metode *k-modes clustering*. Jumlah klaster terbaik berdasarkan nilai *sihouette score* berada pada nilai $k=4$. Data histori nilai mata kuliah mahasiswa dibersihkan *missing value* dan diseleksi berdasarkan waktu studi yang kurang dari 3 tahun. Setelah data histori nilai dibersihkan dan diseleksi, terdapat 35 data mahasiswa yang telah lulus dikelompokkan dengan 26 data profil nilai mahasiswa menggunakan metode *k-means clustering*. Jumlah klaster terbaik dari 61 data nilai mata kuliah menggunakan metode *k-means clustering* berdasarkan nilai *Sum of Squares for Error* berada pada $k=4$.

3.3. Hasil Rekomendasi

Berdasarkan hasil *clustering* dari praproses data, klaster dari data mahasiswa yang diminati oleh dosen pembimbing dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Mahasiswa yang Diminati

Klaster	List Mahasiswa	Diminati oleh
1	m1,m2,m3,m4,m5, m6,m7, m8, m9, m10,m11,m12,m13, m14, m15,m16	d01,d09, d24,d45
2	m1,m2,m3,m4,m5,m6, m7,m8, m9,m10,m11, m12, m13,m14, m15,m16,m17, m18,m19, m20, m21, m22,m23,m24,m25,m26	d2,d3, d6,d7,d8, d10, d13, d21,d44
3	m17,m18,m19,m20,m21, m22,m23,m24,m25,m26	d4,d5,d12,d14 d18,d32,d35
4	-	-

Pada Tabel 3, tidak ada mahasiswa yang termasuk dalam klaster 4. sehingga klaster 4 terdiri dari beberapa alumni saja. klaster dari data dosen pembimbing yang diminati oleh mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Dosen pembimbing yang Diminati

Klaster	List Dosen Pembimbing	Diminati oleh
1	d1,d4,d5,d7,d11,d14,d18, d19,d22,d23,d29,d30,d32, d33,d35,d36,d37,d38, d39, d40,d41,d44	m1,m4,m5,m6,m7, m8,m13,m14,m15, m16,m18,m19,m20, m22,m24,m26
2	d3,d8,d9,d10,d15,d21, d24,d25,d31,d43	m2,m3,m9,m21, m23,m25
3	d2,d13,d20,d26,d42	m10,m11,m12
4	d6,d45	-

Pada Tabel 4, tidak ada mahasiswa yang termasuk dalam klaster 4. sehingga klaster 4 terdiri dari dosen pembimbing yang tidak diminati mahasiswa.

Tabel 5. Potongan Data Hasil Rekomendasi Mahasiswa

Id	rSky	SMV	MV	SIS	iSky
m1	d2,d3, d14,d41	d2,d3	d1,d2,d3, d7,d44	-	-
m2	d2,d3, d8,d25	d2,d3,d8	d1,d2,d3, d8,d9,d10, d21,d24	-	-
m3	d2,d3,d8, d25	d2,d3,d8	d1,d2,d3, d8,d9,d10, d21,d24	-	-
m4	d2,d3, d14,d41	d2,d3	d1,d2,d3, d7,d44	-	-

Tabel 6. Potongan Data Hasil Rekomendasi Dosen pembimbing

Id	rSky	SMV	MV	SIS	iSky
d1	m5	m5	m1,m2,m3,m4, m5,m6,m7,m8, m9,m10,m11, m12,m13,m14, m15,m16	-	-
d4	m5	m18, m23, m26	m17,m18,m19, m20,m21,m22, m23,m24,m25, m26	-	-
d5	m5	m18, m26	m17,m18,m19, m20,m22,m24, m26	-	-
d13	m11, m12	m11, m12	m10,m11,m12	m11, m12	m10, m11, m12

Tabel 5 dan 6 merupakan hasil beberapa rekomendasi yang dihasilkan dari kueri *reciprocal skyline view* (rSky), *skyline mutual view* (SMV), *mutual view* (MV), *inverse skyline* (iSky) dan *skyline inverse skyline* (SIS). Kueri *reciprocal skyline view* bagi mahasiswa adalah kueri untuk melihat beberapa dosen pembimbing yang memiliki kriteria yang sesuai dengan kualifikasi yang dimilikinya, dan juga merupakan pilihan yang paling menarik.

Kueri *skyline mutual view* dan *mutual view* bagi mahasiswa adalah kueri untuk melihat pilihan dosen pembimbing yang memiliki ketertarikan topik yang sama dengan mahasiswa dan mahasiswa tersebut juga

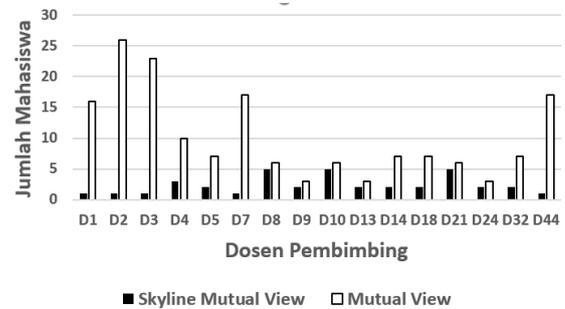
memiliki kriteria yang memenuhi kualifikasinya. Kueri ini memiliki makna yang sama namun kueri *skyline mutual view* merupakan pilihan utama dari beberapa pilihan yang tersedia di kueri *mutual view*. Sehingga hasil rekomendasi dari kueri *skyline mutual view* tidak berbeda jauh dari kueri *reciprocal skyline*.

Kueri *skyline inverse skyline view* dan *inverse skyline view* bagi mahasiswa adalah kueri untuk melihat apakah mahasiswa tersebut merupakan pilihan yang menarik bagi dosen pembimbing pilihannya. Kedua kueri ini memiliki makna yang sama namun kueri *skyline inverse skyline view* merupakan pilihan utama dari beberapa pilihan yang tersedia di kueri *inverse skyline*.

Berdasarkan kumpulan informasi yang didapat dari semua kueri yang ada pada *skyline view queries*, rekomendasi yang dihasilkan dapat diambil dari berbagai situasi yang diperlukan sehingga hasil rekomendasi memiliki rekomendasi utama yang menjadi prioritas dan rekomendasi alternatif sebagai opsi pilihan lainnya. Rekomendasi ini digunakan berdasarkan situasi yang ingin diketahui.

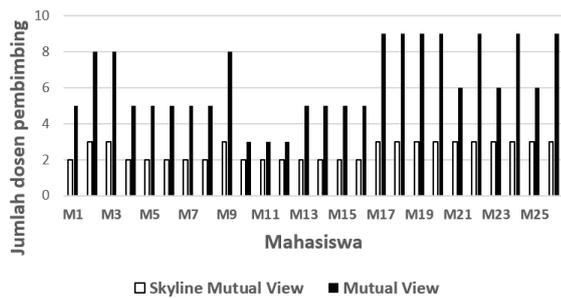
3.4. Evaluasi

Evaluasi dihasilkan dengan mempertimbangkan beberapa analisis dari rekomendasi yang dihasilkan oleh masing-masing kueri. Analisis ini diuraikan berdasarkan jumlah mahasiswa dan dosen yang direkomendasikan.

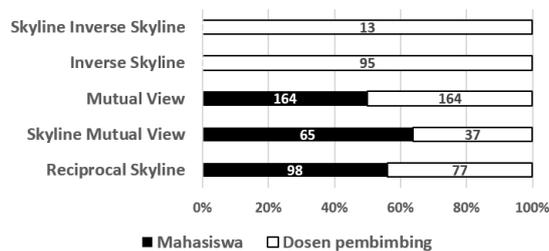


Gambar 6. Jumlah mahasiswa yang direkomendasikan berdasarkan kueri *mutual view* dan kueri *skyline mutual view*

Gambar 6 menunjukkan kueri *skyline mutual view* dapat mengurangi jumlah mahasiswa yang direkomendasikan dari kueri *mutual view* berdasarkan aturan dominasi dari prinsip penggunaan *skyline*. Pengurangan Jumlah dosen pembimbing yang direkomendasikan juga di dapatkan dari kedua kueri berdasarkan aturan dominasi juga ditunjukkan pada Gambar 7. Hal ini dapat digunakan untuk merekomendasikan kepada mahasiswa dan dosen pembimbing ketika kuota bimbingan yang dimiliki oleh dosen pembimbing tidak cukup dengan jumlah mahasiswa yang dihasilkan kueri *mutual view*.



Gambar 7. Jumlah dosen pembimbing yang direkomendasikan berdasarkan kueri *mutual view* dan kueri *skyline mutual view*



Gambar 8. Persentase jumlah mahasiswa dan dosen yang direkomendasi pada setiap kueri

Gambar 8 menunjukkan persentase yang sama besar pada jumlah mahasiswa dan dosen yang direkomendasi dari kueri *mutual view*. Gambar 8 juga menunjukkan kueri *skyline inverse skyline view* menghasilkan hasil rekomendasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan kueri lainnya.

Hal ini menerangkan bahwa mahasiswa dan dosen pembimbing yang direkomendasikan untuk melihat bahwa mereka tidak menjadi pilihan utama lebih banyak dari yang tidak direkomendasikan sehingga perlu meningkatkan kriteria yang dimiliki.

Penelitian ini menggunakan pendekatan yang berbeda dengan penelitian sebelumnya dimana pada penelitian sebelumnya rekomendasi berfokus pada sisi dosen atau mahasiswa saja. Penelitian ini dapat memberikan rekomendasi pilihan yang sesuai tidak hanya kepada mahasiswa, dosen pembimbing tetapi juga kepada program studi sebagai pengelola dan pembuat keputusan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil membangun model rekomendasi dua arah menggunakan metode *skyline view queries* dan mengimplementasikannya untuk pemilihan dosen pembimbing. Pada penelitian ini data histori digunakan untuk mendapatkan preferensi tanpa harus bertanya langsung kepada dosen. Rekomendasi yang dihasilkan dapat dilihat dari sisi mahasiswa, dosen, dari sisi pengelola.

Proses mendapatkan preferensi menyebabkan mahasiswa memiliki pengetahuan terhadap topik bimbingan yang tersedia dan mahasiswa dapat direkomendasikan sesuai dengan kemampuan akademiknya. Mekanisme pada sistem rekomendasi

ini juga mengurangi adanya penumpukan pada dosen tertentu karena kini mahasiswa memilih dosen pembimbing melalui topik yang relevan dengan minat mahasiswa dan keilmuan pembimbing.

Data histori yang digunakan pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan data log bimbingan, biodata mahasiswa dan dosen, nilai *scopus* dosen dan data lainnya agar preferensi yang digunakan memiliki cakupan yang lebih luas. Untuk menggali lebih banyak topik, penelitian selanjutnya dapat menggunakan data yang lebih besar dari data judul tesis seperti abstrak tesis ataupun draft tesis secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

ALLAHYARI, M., POURIYEH, S., ASSEFI, M., SAFAEI, S., TRIPPE, E.D., GUTIERREZ, J.B. & KOCHUT, K., 2017. A brief survey of text mining: Classification, clustering and extraction techniques. preprint arXiv:1707.02919. [online] Tersedia di: <<https://arxiv.org/pdf/1707.02919.pdf>> [Diakses 24 Agustus 2021]

ARMSTRONG, S.J., ALLINSON, C.W. & HAYES J., 2004. The Effects of Cognitive Style on Research Supervision: A Study of Student–Supervisor Dyads in Management Education. *Academy of Management Learning and Education*. 3(1), pp.41–60.

BORZSONYI, S., KOSSMANN, D. & STOCKER, K., 2001, April. The skyline operator. In *Proceedings 17th international conference on data engineering* (pp. 421-430). IEEE.

CHAOUCH, C., SAHBUDIN, M.A.B., SCARPA, M. & SERRANO, S., 2020. Audio fingerprint database structure using k-modes clustering. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12, pp.1545-1554.

CHEN, J., HUANG, J., JIANG, B., PEI, J. & YIN, J. 2013. Recommendations for two-way selections using skyline view queries. *Knowledge and information systems*, 34(2), pp.397-424.

COTTER, A., GUPTA, M., JIANG, H., LOUIDOR, E., MULLER, J., NARAYAN, T., WANG, S. & ZHU, T., 2019. Shape constraints for set functions. In *International Conference on Machine Learning*. May 2019. PMLR, pp. 1388-1396.

DU, H., SHAO, L., YOU, Y., LI, Z. & FU, D., 2019. A two phase method for skyline computation. In *Chinese Intelligent Systems Conference*. Singapore: October 2019 Springer, pp. 629-637.

FITRI, H., 2020. Klasifikasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Masa Penyelesaian Skripsi Mahasiswa Dengan Metode CHAID Di

- Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan IAIN Bukittinggi. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 6(1), pp.1-22.
- GULTOM, M.D.P. & MARLIM, Y.N., 2021. Penentuan Dosen Pembimbing Serta Penguji dengan Menerapkan Metode Fuzzy Multiple Attribute Decision Making dan Simple Additive Weighting. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi (JMApTeKsi)*, 2(3), pp.121-127.
- INDRIANI, F. & BUDIMAN, I., 2017. K-Modes Clustering untuk mengetahui jenis masakan daerah yang populer pada website resep online (Studi Kasus: Masakan Banjar di cookpad.com). *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 4(4), pp.290-296.
- KALYVAS, C. & TZOURAMANIS, T., 2017. A survey of skyline query processing. preprint arXiv:1704.01788. [online] Tersedia di: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1704/1704.01788.pdf>> [Diakses 24 Agustus 2021]
- KURNIAWAN, A. 2016. Sistem Rekomendasi Produk Sepatu dengan Menggunakan Metode Collaborative Filtering. In Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi. Yogyakarta, 18-19 Maret.
- MIAO, Y., KEŠELJ, V. & MILIOS, E., 2005. Document clustering using character N-grams: a comparative evaluation with term-based and word-based clustering. In Proceedings of the 14th ACM international conference on Information and knowledge management, pp. 357-358.
- MUKTI, Y.I., 2020. Sistem Prediksi Lulus Tepat Waktu Tugas Akhir Mahasiswa Menggunakan Support Vector Machine (Svm). *JUTIM (Jurnal Teknik Informatika Musirawas)*, 5(2), pp.110-115.
- NAINGGOLAN, R., PERANGIN-ANGIN, R., SIMARMATA, E. & TARIGAN, A.F., 2019. Improved the performance of the K-means cluster using the sum of squared error (SSE) optimized by using the elbow method. In *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 1361(1) p.012015.
- PUTRI, R.A.N., SUPIANTO, A.A., & PURNOMO, W. 2019., Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Dosen Pembimbing Skripsi menggunakan Algoritme Winnowing-Weighted Product. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(9), pp.9132-9138.
- RAHMA, O.S., & ANWAR, M., 2021. Perancangan Aplikasi Pemilihan Dosen Pembimbing Tugas Akhir dengan Metode Analytical Hierarchy Process. *VoteTEKNIKA: Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, 9(1), pp.67-74.
- RAMADHANI, F., AL-KHOWARIZMI, A.K., & SARI, I.P., 2021. Implementasi Metode Topsis dalam Menangani Masalah pengalokasian Dosen Pembimbing Skripsi di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, 6(1), pp.104-110.
- RINA, R., AGUS, F., & HAIRAH, U., 2021. Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Dosen Pembimbing Skripsi Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Weighted Product (WP). *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 5(1), pp.55-64.
- SCHMIDT, D. & HECKENDORF, C., 2017. Guide to the ngram Package. V3. 0.4, CRAN, November, 17. [online] Tersedia di: <<https://mran.microsoft.com/snapshot/2017-08-12/web/packages/ngram/vignettes/ngram-guide.pdf>> [Diakses 24 Agustus 2021]
- SHAH, S., THAKKAR, A. & RAMI, S., 2016. A Novel Approach for Making Recommendation using Skyline Query Based on User Location and Preference. *Indian Journal of Science and Technology*. 9(30), [online] Tersedia di: <https://www.researchgate.net/profile/Sanket_Shah19/publication/307582537>
- SIREGAR, F. 2015. Kajian waktu penyelesaian studi mahasiswa Sekolah Pascasarjana IPB dan implikasi manajerialnya [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- TIAKAS, E., PAPADOPOULOS, A.N. & MANOLOPOULOS, Y., 2015. Skyline queries: An introduction. In 2015 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA). IEEE: July 2015, pp.1-6.
- XIE, M., WONG, R.C.W. & LALL, A., 2020. An experimental survey of regret minimization query and variants: bridging the best worlds between top-k query and skyline query. *The VLDB Journal*, 29(1), pp.147-175.
- YUNIAR, D., MULYATI, H. & CAHYADI, E.R., 2019. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyelesaian Masa Studi Program Pascasarjana di Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, 7(2), pp.133-147.
- ZAABA, Z., GUNGGUT, H. & ANING, A., 2015. Postgraduate Research Completion: Student Expectation and Inspiration. *Procedia -*

Social and Behavioral Sciences 202, pp.181
– 188.