

Clustering Data Evaluasi Standar Sistem Penjamin Mutu Internal (Studi Kasus: Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Padang)

Hanif Aulia Sabri[#], Yulherniwati[#], Fazrol Rozi[#]

[#]*Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis, Padang, 25164, Indonesia*
E-mail: hanifauliasabriiii@gmail.com

ABSTRACTS

Law Number 12 of 2012 concerning Higher Education regulates the autonomy policy of higher education in improving the quality of higher education is the Higher Education Quality Assurance System (SPM-PT). In the SPM-PT there is a structure and mechanism consisting of an Internal Quality Assurance System (SPMI), an External Quality Assurance System (SPME) and a Database (PD Dikti). Evaluation in the Information Technology department is carried out every year. In the SPMI cycle there are several stages, namely Determination, Implementation, Evaluation, Control and Improvement (P-P-E-P-P). The review of the quality of education is carried out in the third cycle of the P-P-E-P-P, namely the evaluation stage. In processing data from the results of the auditor's evaluation, it still spends a lot of time and errors are often found. As well as from the results of the auditor's assessment which includes a number of standard items, the department needs to prioritize which standard items will be improved or leveled up first. In terms of evaluation by the auditor, an input mechanism is needed that makes it easier for the auditor. Therefore, in this study, an android-based application was developed to facilitate the auditor's input of SPMI standard item evaluation data. In addition, standard items are grouped that have the same effect on the quality of study programs. The clustering method is carried out using one of the Clustering algorithms, namely Hierarchical Clustering which will produce Clusters that have been grouped based on the influence of other quality items. So that from the many standard items, it can be determined which items can be prioritized for improvement.

KATA KUNCI

*Clustering,
SPMI,
Evaluasi,
Algoritma Hierarchical*

ABSTRAK

Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi mengatur kebijakan otonomi perguruan tinggi dalam meningkatkan mutu pendidikan perguruan adalah Sistem Penjamin Mutu Perguruan Tinggi (SPM-PT). Dalam SPM-PT terdapat struktur dan mekanisme yang terdiri atas Sistem Penjamin Mutu Internal (SPMI), Sistem Penjamin Mutu Eksternal (SPME) dan Pangkalan Data (PD Dikti). Evaluasi pada jurusan Teknologi Informasi dilaksanakan setiap tahunnya. Pada siklus SPMI terdapat beberapa tahap yaitu Penetapan, Pelaksanaan, Evaluasi, Pengendalian dan Peningkatan (P-P-E-P-P). Peninjauan mutu pendidikan dilakukan pada siklus ketiga dari P-P-E-P-P yaitu tahap evaluasi. Dalam pengolahan data hasil penilaian evaluasi auditor masih menghabiskan banyak waktu serta sering ditemukan kesalahan. Serta dari hasil penilaian auditor yang meliputi sejumlah butir standar, jurusan perlu memprioritaskan butir standar mana yang akan diperbaiki atau ditingkatkan terlebih dahulu. Dalam hal evaluasi oleh auditor diperlukan mekanisme penginputan yang lebih memudahkan auditor. Oleh sebab itu dalam penelitian ini dikembangkan aplikasi berbasis android untuk memudahkan input data evaluasi butir standar SPMI oleh auditor. Di samping itu juga dilakukan pengelompokan

butir standar yang punya pengaruh yang sama terhadap mutu prodi. Metode pengelompokan yang dilakukan menggunakan salah satu algoritma Clustering yaitu Hierarchical Clustering yang akan menghasilkan Cluster yang telah dikelompokkan berdasarkan pengaruh antar butir mutu lainnya. Sehingga dari sekian banyak butir standar, dapat ditentukan butir yang bisa diprioritaskan untuk ditingkatkan.

1. PENDAHULUAN

Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi mengatur kebijakan otonomi perguruan tinggi dalam meningkatkan mutu pendidikan perguruan adalah Sistem Penjamin Mutu Perguruan Tinggi (SPM-PT). Dalam SPM-PT terdapat struktur dan mekanisme yang terdiri atas Sistem Penjamin Mutu Internal (SPMI), Sistem Penjamin Mutu Eksternal (SPME) dan Pangkalan Data (PD Dikti). Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) adalah kegiatan sistem penjaminan mutu pendidikan tinggi yang dilakukan secara mandiri atau mandiri oleh perguruan tinggi untuk mengendalikan dan meningkatkan penyelenggaraan pendidikan tinggi secara terencana dan berkelanjutan. SPMI ini ditetapkan dalam Pasal 53 UU Dikti [1]. Dengan otonomi, setiap universitas dapat mengembangkan SPMI sendiri berdasarkan konteks sejarah, nilai-nilai fundamental yang mendorong pendirian universitas, jumlah program studi, dan sumber daya universitas. SPMI dapat mendukung peningkatan kualitas pendidikan vokasi menjelang pelaksanaan penilaian akreditasi SPME.

Setiap perguruan tinggi berusaha untuk meningkatkan kualitas pendidikannya. Dasar peningkatan mutu pendidikan adalah standar yang ditetapkan melalui pencapaian kriteria evaluasi. SPMI dilakukan di tingkat universitas dan di Unit Pengelola Program Studi (UPPS). Pada siklus SPMI memiliki beberapa langkah yaitu Penetapan, Pelaksanaan, Evaluasi, Pengendalian dan Peningkatan (P-P-E-P-P). Peninjauan mutu pendidikan dilakukan pada siklus ketiga dari P-P-E-P-P yaitu tahap evaluasi.

Dalam pelaksanaan SPMI di tingkat universitas, Politeknik Nasional Padang dinilai setiap tahun dalam bentuk Audit Mutu Internal (AMI). AMI dilakukan untuk memantau kepatuhan terhadap standar dalam setiap program penelitian. Di tingkat UPPS, Departemen Teknologi Informasi sebagai pengelola proyek penelitian juga melakukan penilaian diagnostik, formatif dan sumatif. Penilaian diagnostik melibatkan auditor yang meninjau program pembelajaran yang ada di departemen. Saat ini, auditor mencatat penilaian pada media kertas atau pada aplikasi pengolah kata/spreadsheet. Hasil evaluasi dapat dijadikan acuan untuk perbaikan atau peningkatan kualitas departemen atau program pembelajaran terkait. Permasalahan pada saat ini adalah pengolahan data hasil penilaian auditor masih memakan banyak waktu dan sering ditemukan kesalahan. Dari hasil penilaian auditor yang meliputi sejumlah butir standar, jurusan perlu memprioritaskan butir standar mana yang akan diperbaiki atau ditingkatkan terlebih dahulu.

Jurusan Teknologi Informasi sedang mengembangkan sistem informasi berbasis web untuk membantu pengelolaan data SPMI mengacu pada standar akreditasi oleh Lembaga Akreditasi Mandiri (LAM) Infokom. Namun dalam hal evaluasi oleh auditor diperlukan mekanisme penginputan yang lebih memudahkan auditor. Oleh sebab itu dalam penelitian ini dikembangkan aplikasi berbasis android untuk memudahkan input data evaluasi butir standar SPMI oleh auditor. Di samping itu juga dilakukan pengelompokan butir standar yang punya pengaruh yang sama terhadap mutu prodi. Metode pengelompokan yang dilakukan menggunakan salah satu algoritma Clustering yaitu Hierarchical Clustering yang akan menghasilkan Cluster yang telah dikelompokkan berdasarkan pengaruh antar butir mutu lainnya. Sehingga dari sekian banyak butir standar, dapat ditentukan butir yang bisa diprioritaskan untuk ditingkatkan.

Dalam beberapa tahun terakhir terdapat beberapa penelitian yang mendukung jurnal ini membahas mengenai Sistem Penjamin Mutu Internal (SPMI) dan Hierarchical Clustering. Diantaranya yang membahas SPMI seperti pada tahun 2018 Ade Chandra Nugraha dan Nurjannah Syakrani melakukan penelitian berjudul Aplikasi Audit Mutu Internal Online Studi Kasus Spm Politeknik Negeri Bandung Penelitian ini menghasilkan sistem informasi AMIOnline yang memiliki kemampuan entry pertanyaan audit yang bersifat dinamis, mencakup definisi model pertanyaan, tipe data jawaban, juga formulasi penilaiannya yang dihitung secara otomatis oleh aplikasi ataupun dari entri skor oleh auditor, menghasilkan laporan asesmen, serta pilihan data pendukung untuk laporan AMI [2]. Kemudian pada tahun 2020 Suryo Widiatoro dan Yodi melakukan penelitian dengan tajuk Rancang Bangun Sistem Informasi Audit Mutu Internal Berbasis IAPS 4.0 Spm Politeknik Negeri Bandung, penelitian ini membahas rancangan sistem AMI berbasis Instrumen Akreditasi Program Studi (IAPS) 4.0 sangat penting untuk mendukung dan mempermudah dalam melakukan evaluasi terhadap kebijakan pelayanan yang diberikan untuk menjamin kepuasan konsumen [3]. Ditahun 2019 Erlangga Yuliana dan Fenty Ariani melakukan penelitian dengan tajuk E-Audit Internal Perguruan Tinggi Berbasis Standar Ban-Pt Penelitian ini dapat mempermudah dalam pengumpulan bukti dokumen, mempermudah audit, membuat laporan [4]. Kemudian pada tahun 2021 Andie dan Muhammad Hasbi, Hasanuddin Sistem Informasi Audit Mutu Internal (Siami) Penelitian ini menghasilkan sistem informasi yang dapat membantu auditor setelah melakukan audit ke prodi [5]. Kemudian ditahun 2019

Meiton Boru, Dony M. Sihotang, Nelci D. Rumlaklak, Kornelis Letelay melakukan penelitian yang bertajuk Sistem Informasi Audit Mutu Internal (SI AMI) Perguruan Tinggi Menggunakan Metode User Centered Design (UCD), Penelitian ini menghasilkan sistem informasi yang dapat membantu auditor dalam mengaudit borang program studi[6]. Ditahun 2021 Krisman Pratama Simanjuntak dan Ulfa Khaira Pengelompokkan Titik Api di Provinsi Jambi dengan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering Penelitian ini menghasilkan pengelompokan titik panas bumi yang berdasarkan kemiripan yang menggunakan algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering[7]. Kemudian pada tahun 2021 Desy Exasanti, Arief Jananto melakukan penelitian dengan judul Analisa Hasil Pengelompokan Wilayah Kejadian Non-Kebakaran Menggunakan Agglomerative Hierarchical Clustering pada Dinas Pemadam Kebakaran Kota Semarang, Penelitian ini menghasilkan pengelompokan wilayah kejadian bencana yang non-kebakaran dari data dinas Pemadam Kebakaran per kecamatan pada Kota Semarang dengan menggunakan 3 algoritma Hierarchy Clustering[8]. Kemudian ditahun 2018 Andrea Tri Rian Dani, Sri Wahyuningsih, dan Nanda Arista Rizki Penerapan melakukan penelitian dengan tajuk Hierarchical Clustering Metode Agglomerative pada Data Runtun Waktu, Berdasarkan hasil dari penelitian ini didapatkan analisis dari data runtun waktu yang memperoleh jarak pengukuran kemiripan terbaik dalam pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Timur adalah jarak autocorrelation based distance (ACF) dengan nilai koefisien korelasi cophenetic sebesar 0,99. Algoritma pengelompokan yang optimal adalah algoritma average linkage, dikarenakan memiliki nilai koefisien korelasi cophenetic yang terbesar diantara algoritma pengelompokan lainnya[9]. Kemudian pada tahun 2018 Ginanjar Abdurrahman melakukan penelitian dengan tajuk Clustering Data Kredit Bank Menggunakan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering Average Linkage, Pada penelitian ini akan dilakukan clustering terhadap nasabah di suatu bank dengan algoritma agglomerative hierarchical clustering average linkage. Atribut data yang digunakan: status pengecekan, durasi kredit, sejarah kredit, tujuan kredit, besaran kredit, status tabungan, employment, komitmen, status personal, pihak lain, menetap sejak, kepemilikan property, umur, rencana pembayaran lainnya, status rumah, keberadaan kredit, pekerjaan, jumlah tanggungan, telepon rumah, pekerja luar negeri, dan kelas[10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metodologi SDLC (Software Development Life Cycle). SDLC merupakan tahapan membangun sebuah sistem informasi. Metode SDLC yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Waterfall SDLC. Model ini dicirikan oleh fakta bahwa pekerjaan setiap tahap harus dilakukan secara berurutan, sehingga tidak ada pekerjaan yang dilakukan secara paralel, memungkinkan lebih fokus pada pekerjaan setiap tahap.

2.1. Sistem Penjamin Mutu Internal

Pada pasal 53 UU Dikti, SPM Dikti terdiri atas Sistem Penjamin Mutu Internal (SPMI) dan Sistem Penjamin Mutu Eksternal (SPME). SPMI merupakan kegiatan sistemis penjaminan mutu pendidikan oleh setiap perguruan tinggi secara otonom atau mandiri[1]. SPMI bertujuan dalam menjamin pemenuhan standar Dikti secara sistemik dan berkelanjutan, sehingga dapat tumbuh dan berkembang seperti pencapaian visi dan pelaksanaan misi perguruan tinggi serta pemenuhan kebutuhan pemangku kepentingan dari perguruan tinggi yang melaksanakan SPMI. Pada dasarnya, untuk setiap standar dalam SPMI harus ada 5 macam manual untuk penerapan SPMI tentang cara langkah atau prosedur yaitu Penetapan, Pelaksanaan, Evaluasi, Pengendalian dan Peningkatan. Dalam 5 macam manual penerapan standar tidak menutup kemungkinan dalam beberapa standar memiliki kesamaan sehingga dalam penerapan akan sama atau serupa. Dalam pengkajian serta penilaian apakah isi dari standar dalam SPMI telah terlaksana atau terpenuhi dilakukan evaluasi pada jurusan terkait dengan siklus yang ketiga yaitu evaluasi yang terbagi menjadi 3 yaitu evaluasi Diagnostik, evaluasi Formatif dan evaluasi Sumatif. Ketiga siklus tersebut merupakan kegiatan audit yang disebut sebagai Audit Mutu Internal (AMI) jika dilakukan oleh pihak internal

2.2. Hierarchical Clustering

Pengelompokan hierarki direpresentasikan sebagai pohon atau dendrogram yang daunnya dikelompokkan hanya oleh 1 anggota[11]. Hierarchical Clustering bisa dilakukan dengan dua skema yaitu *Agglomerative Hierarchical Clustering* dan *Divisive Hierarchical Clustering*[12].

Agglomerative Hierarchical Clustering atau biasa disebut dengan strategi bottom-up yang dimulai dengan menganggap setiap objek tunggal sebagai sebuah klaster kemudian secara berulang menggabungkannya untuk membentuk klaster yang lebih besar. Berikut beberapa algoritma yang ada pada strategi *Agglomerative Hierarchical Clustering* :

a. Single Linkage

Tahapan penggolongan pemusatan menurut jarak terkecil antar objek disebut juga dengan *Algoritma Single Linkage*. Algoritma ini dimulai dengan memilih jarak minimum dalam matriks $D = \{d_{ij}\}$, kemudian objek yang bersesuaian dilakukan penggabungan, contoh U dan V untuk mendapatkan *cluster* UV, kemudian cari

jarak antara UV dengan *cluster* lain, misalnya W sehingga dapat ditulis seperti persamaann (persamaan 1) berikut:

$$d_{(uv)w} = \min(d_{uw}, d_{vw}) \quad (1)$$

ket :

d_{uv} merupakan jarak tetangga terdekat dari cluster U dan W[9]

d_{vw} merupakan jarak tetangga terdekat dari cluster V dan W[9]

b. *Complete Linkage*

Tahapan penggolongan agglomerative berdasarkan jarak maximum antar objek disebut dengan *Algoritma complete linkage*. Langkah pertama algoritma ini yaitu memilih jarak maximum matriks $D = \{d_{ij}\}$, kemudian menyatukan objek yang sesuai, misalnya U dan V untuk mendapatkan *cluster* UV, lalu mencari jarak antara UV dengan *cluster* lainnya contohnya W, sehinga dapat dituliskan seperti persamaan berikut (persamaan 2)

$$d_{(uv)w} = \max(d_{uv}, d_{vw}) \quad (2)$$

Ket :

d_{uv} merupakan jarak terjauh dari cluster U dan W [15]

d_{vw} jarak tetangga terjauh dari cluster V dan W

c. *Average Linkage*

Tahapan penggolongan pemusatan berdasarkan rata-rata objek disebut dengan *Algoritma average linkage*. *Algoritma average linkage* dimulai dengan mendefinikan matriks $D = \{d_{ij}\}$ untuk memperoleh objek yang paling dekat, sebagai contoh U dan V, kemudian objek ini digabung ke dalam bentuk cluster UV dan selanjutnya jarak antara UV dengan cluster lainnya contohnya W, sehingga dapat dituliskan seperti persamaan (persamaan 3) berikut:

$$d_{(uv)w} = \frac{d_{(uw)} + d_{(vw)}}{n_{(uv)nw}} \quad (3)$$

Ket :

$n_{(uv)}$ merupakan banyaknya anggota dalam cluster UV

n_w merupakan banyaknya anggota dalam cluster W

2.3. Machine Learning

Machine learning merupakan model komputasi yang dapat belajar sendiri tanpa memerlukan bimbingan pengguna untuk menyelesaikan suatu kasus. Pembelajaran mesin dapat didefinisikan sebagai metode komputasi empiris yang digunakan untuk meningkatkan kinerja atau membuat prediksi yang akurat. Pembelajaran mesin adalah salah satu bidang yang tercakup dalam kecerdasan buatan yang memengaruhi berbagai aspek termasuk statistik, matematika, dan berbagai aspek teoretis dari ilmu komputer. Pada dasarnya, tujuan pembelajaran mesin adalah mempelajari algoritma untuk melakukan sistem pembelajaran otomatis dengan kontribusi manusia yang sangat sedikit. Pembelajaran mesin dapat digunakan ketika sistem yang dibuat mampu belajar, memiliki pola yang kompleks, dan memiliki pola untuk dipelajari[13].

2.4 Clustering

Clustering adalah algoritma yang memfasilitasi pengelompokan menggunakan metode aplikasi data mining. Algoritma ini dirancang untuk mengelompokkan objek. *Cluster* adalah sekelompok atau sekelompok objek data yang mirip satu sama lain atau memiliki kesamaan dalam *cluster* yang sama dan mirip dengan objek dalam *cluster*[13]. Ada dua jenis data yang sering digunakan dalam proses pengelompokan data yaitu Hierarchical dan Non-Hierarchical data clustering. Algoritma nonhierarchical adalah K-Means, K-Means algoritma yang berusaha mempartisi data ke dalam bentuk satu cluster atau lebih. Dan algoritma Hierarchical adalah Hierarchical Clustering yang merupakan algoritma yang membagi atau mengelompokkan data ke dalam cluster yang berbentuk hirarki[12]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian Pada bagian ini dilakukan implementasi terhadap rancangan yang telah dibuat sebelumnya baik perancangan sistem maupun perancangan antarmuka. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk memastikan rancangan yang telah dibuat memiliki hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

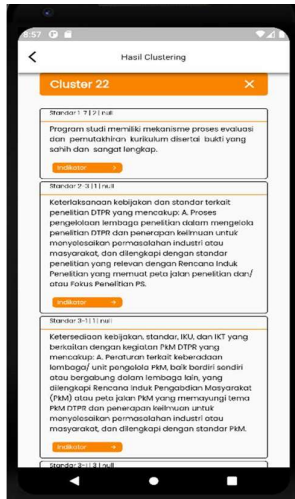
3.1. Hasil Implementasi Hierarchical Clustering

Dengan menggunakan Postman, didapatkan hasil ID dari butir standar dalam bentuk JSON yang telah dikelompokkan

```

"cluster": [
  {
    "name_cluster": "Cluster 1",
    "cluster": [
      "[1 7]"
    ]
  },
  {
    "name_cluster": "Cluster 2",
    "cluster": [
      "[8 1 7]"
    ]
  },
  {
    "name_cluster": "Cluster 3",
    "cluster": [
      "[188 8 1 7]"
    ]
  },
  {
    "name_cluster": "Cluster 4",
    "cluster": [
      "[2 190]"
    ]
  },
  {
    "name_cluster": "Cluster 5",
    "cluster": [
      "[12 13]"
    ]
  },
  {
    "name_cluster": "Cluster 6",
    "cluster": [
      "[5 12 13]"
    ]
  }
]
    
```

GAMBAR 1. Hasil Implementasi Cluster



Gambar 2 Clustering dari Aplikasi

3.2. Pengujian Algoritma Hierarchical Clustering
 Pengujian algoritma Hierarchical Clustering dengan melihat hasil clustering dihasilkan oleh sistem dan membandingkan hasil clustering antara secara manual dan menggunakan bahasa pemrograman python menggunakan data atau nilai yang sama

TABEL 1. Data Skor Butir Standar

Kode Standar	2019	2020	2021
Standar 1-2 1	1.5	6	3
Standar 1-2 2	4	0	4
Standar 1-3 1	1	1	1
Standar 1-7 2	1	2	1
Standar 1-7 3	3	3	3
Standar 1-3 2	4	6	4
Standar 1-7 4	2	6	2
Standar 1-2 3	4	2	4
Standar 1-2 4	0	2	0
Standar 1-3 5	0	2	0
Standar 1-1 1	3	1.5	4.5
Standar 1-3 3	0	4	0
Standar 1-7 1	6	4	6
Standar 1-3 4	8	8	8
Standar 1-7 5	4	4	4
Standar 1-7 7	6	0	6
Standar 1-7 6	4	2	4
Standar 2-1 1	1.5	0.5	1
Standar 2-2 1	0.5	0.5	1
Standar 2-2 2	1.5	0.5	0.5
Standar 2-2 3	2	2	2
Standar 2-3 1	1	2	2
Standar 2-3 2	4	0	0
Standar 2-3 3	2	2	2
Standar 2-3 4	0	0	0
Standar 2-4 1	0	2	2
Standar 2-6 1	3	4	4
Standar 2-7 1	2	2	2
Standar 3-1 1	1.5	2	2
Standar 3-1 2	1	0	0
Standar 3-1 3	1.5	2	2
Standar 3-1 4	2	1	1
Standar 3-5 1	6	8	8
Standar 3-5 2	8	4	4
Standar 3-5 3	4	2	2

1. Clustering Secara Manual

a. Matrik Jarak Euclidean

Dengan menggunakan rumus :

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Menghasilkan sebuah matrik yang memiliki nilai jarak antar kode standar. Hasil dari tahapan ini merupakan jarak antar butir standar dalam berupa matrik.

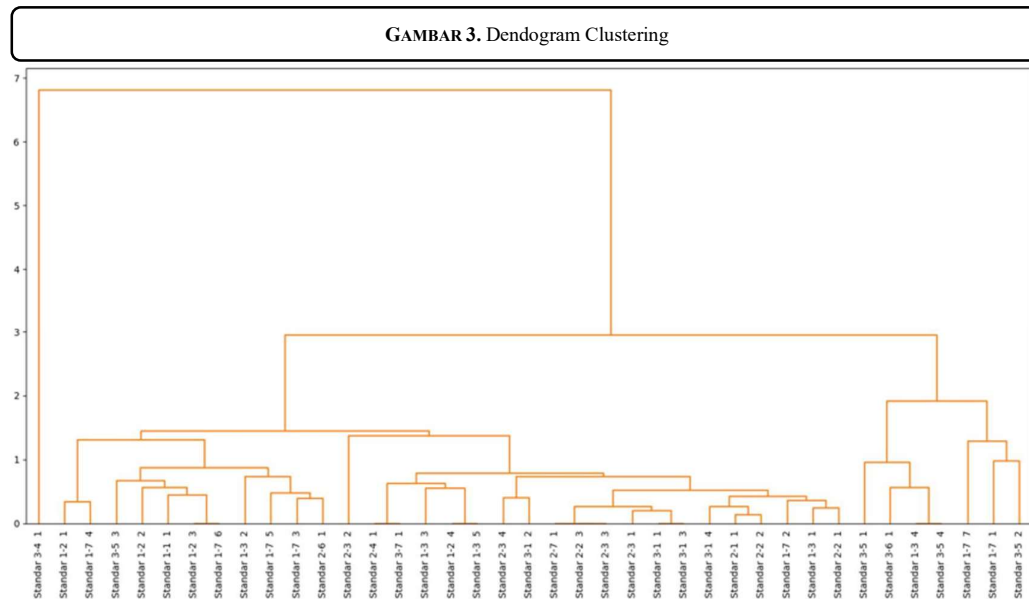
b. *Average Linkage*

Setelah matrik jarak antar standar data terbentuk maka dilakukan proses pengelompokkan sampai n-1 atau menjadi 1 cluster. Hasil dari tahapan ini merupakan butir standar yang telah dikelompokkan berdasarkan pengaruhnya antar butir lainnya

2. *Clustering dari Sistem Aplikasi*

Hasil clustering dari sistem aplikasi ditampilkan berkelompok dalam bentuk card di tampilan android.

3. *Clustering Menggunakan Bahasa Pemrograman Python*



4. KESIMPULAN

Dengan adanya sistem ini maka dapat memudahkan Auditor dalam menginputkan instrumen penilaian terhadap butir standar dari program studi yang diaudit secara langsung melalui Android. Sistem ini menerapkan Algoritma Hierarchical Clustering Metode Average Linkage untuk melihat cluster dari butir standar yang saling mempengaruhi. Dari pengujian menggunakan metode Black Box mendapatkan hasil yang sesuai karena berfungsi semuanya. Dari pengujian dengan melihat hasil cluster mendapatkan hasil yang sama antara cluster di aplikasi, manual dan dengan menggunakan python.

REFERENSI

[1] A. A. Samudra and I. M. Sumada, “Sistem Penjaminan Mutu Internal,” *Perspektif*, vol. 1, no. 1, pp. 11–21, 2021, doi: 10.53947/perspekt.v1i1.54.

[2] A. C. Nugraha and N. Syakrani, “Aplikasi Audit Mutu Internal Online Studi Kasus Spm Politeknik Negeri Bandung,” *J. DIFUSI*, vol. 1, no. 2, 2018, doi: 10.35313/difusi.v1i2.1299.

[3] S. Widiatoro and Y. Yodi, “Rancang Bangun Sistem Informasi Audit Mutu Internal Berbasis IAPS 4.0,” *J. Ilmu Komput. dan Bisnis*, vol. 11, no. 2, pp. 2446–2454, 2020, doi: 10.47927/jikb.v11i2.7.

[4] E. Erlangga, Y. Yuliana, and F. Ariani, “E-Audit Internal Perguruan Tinggi Berbasis Standar Ban-Pt,” *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: 10.36448/jsit.v10i1.1229.

[5] A. Andie, M. Hasbi, and H. Hasanuddin, “Sistem Informasi Audit Mutu Internal (Siami),” *Technol. J. Ilm.*, vol. 12, no. 2, p. 110, 2021, doi: 10.31602/tji.v12i2.4758.

- [6] M. Boru, N. D. Rumlaklak, K. Letelay, and D. M. Sihotang, "Sistem Informasi Audit Mutu Internal (Si Ami) Perguruan Tinggi Menggunakan Metode User Centered Learning," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 140–147, 2019, doi: 10.35508/jicon.v7i2.1651.
- [7] K. P. Simanjuntak and U. Khaira, "Pengelompokan Titik Api di Provinsi Jambi dengan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 1, no. April, pp. 7–16, 2021, [Online]. Available: <https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/6>.
- [8] S. Purwanti, E. Rusdianti, and P. Wardoyo, "Kajian Pengelolaan Dana Koperasi Simpan Pinjam Konvensional Di Kota Semarang," *J. Din. Sos. Budaya*, vol. 18, no. 1, p. 133, 2017, doi: 10.26623/jdsb.v18i1.564.
- [9] A. T. R. Dani, S. Wahyuningsih, and N. A. Rizki, "Penerapan Hierarchical Clustering Metode Agglomerative pada Data Runtun Waktu," *Jambura J. Math.*, vol. 1, no. 2, pp. 64–78, 2019, doi: 10.34312/jjom.v1i2.2354.
- [10] VH Mayanti, H Amnur, H Humaira, D Meidelfi "Aplikasi Info Pariwisata Kabupaten Solok Selatan Berbasis Android", *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)* 2 (3), 775-782
- [11] G. Abdurrahman, "Clustering Data Kredit Bank Menggunakan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering Average Linkage," *JUSTINDO (Jurnal Sist. dan Teknol. Inf. Indones.)*, vol. 4, no. 1, p. 13, 2019, doi: 10.32528/justindo.v4i1.2418.
- [12] A. M. Sikana and A. W. Wijayanto, "Analisis Perbandingan Pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia Indonesia Tahun 2019 dengan Metode Partitioning dan Hierarchical Clustering," *J. Ilmu Komput.*, vol. 14, no. 2, p. 66, 2021, doi: 10.24843/jik.2021.v14.i02.p01.
- [13] T. Jo, *Machine Learning Foundations*. 2021.
- [14] C. Huyen, *Designing Machine Learning Systems An Iterative Process for Production-Ready Applications*. O'Reilly Media, Inc., 2022.