

PENGELOMPOKAN KEBUTUHAN *UPGRADE BANDWIDTH* PADA
PELANGGAN *BROADBAND* INTERNET MENGGUNAKAN
ALGORITMA *K-MEANS*

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

Ibnu Nalaprana
NIM : 09021182025023

Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGELOMPOKAN KEBUTUHAN *UPGRADE BANDWIDTH* PADA PELANGGAN *BROADBAND* INTERNET MENGGUNAKAN ALGORITMA *K-MEANS*

Oleh:

Ibnu Nalaprana
NIM : 09021182025023

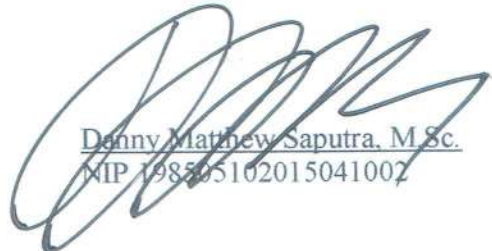
Indralaya, 22 Juli 2024

Pembimbing I



Mastura Diana Marieska, M.T.
NIP 198603212018032001

Pembimbing II



Denny Matthew Saputra, M.Sc.
NIP 198505102015041007

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP 198005222008121002

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Jum'at tanggal 19 Juli 2024 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Ibnu Nalaprana

NIM : 09021182025023

Judul : Pengelompokan Kebutuhan *Upgrade Bandwidth* Pada Pelanggan *Broadband* Internet Menggunakan Algoritma *K-Means*.

Dan dinyatakan LULUS

1. Ketua

Desty Rodiah, M.T.
NIP 198912212020122011


.....

2. Penguji

Yunita, M.Cs.
NIP 198306062015042002


.....

3. Pembimbing I

Mastura Diana Marieska, M.T.
NIP 198603212018032001


.....

4. Pembimbing II

Danny Matthew Saputra, M.Sc.
NIP 198505102015041002


.....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP 198005222008121002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibnu Nalaprana
NIM : 09021182025023
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Pengelompokan Kebutuhan Upgrade Bandwidth Pada Pelanggan Broadband Internet Menggunakan Algoritma K-Means

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin*: 3%.

Menyatakan bahwa laporan penelitian saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Indralaya, 15 Juli 2024



Ibnu Nalaprana
NIM 09021182025023

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Kalo Ayah ngga ada, kamu ganti ayah. Jaga bunda sama adek. Buat mereka bangga.”

- Ayah, 2010.

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

- Ketiga Orang tuaku, Bunda, Bapak, dan Ayah.
- Saudara kandung serta kerabatku
- Sahabat dan Teman Dekatku

ABSTRACT

Insufficient bandwidth capacity is one of the main factors contributing to the decline in the quality of internet services received by customers. Internet Service Providers (ISPs) need to consider many factors before determining which customers require a bandwidth capacity upgrade. This research aims to cluster potential bandwidth upgrade needs for broadband internet customers by applying the K-Means clustering algorithm with and without data normalization using the MinMax Normalization method. The data for this study comprises active customer data from PT Djaya Sampoerna Net up to December 2023. The clustering process results in four clusters for non-normalized data with a DBI value of 0.4103, and two clusters for normalized data with a DBI value of 0.7742. The results of this study indicate that the quality of data clustering based on the DBI evaluation metric is not very good (not close to zero) and that the data normalization can have a negative impact on the clustering process of broadband internet customers using the K-Means algorithm.

Keywords : *Bandwidth Upgrade, Davies-Bouldin Index, Internet Service Provider, K-Means Clustering, MinMax Normalization.*

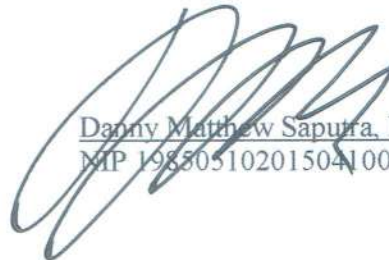
Indralaya, 22 Juli 2024

Pembimbing I



Mastura Diana Marieska, M.T.
NIP 198603212018032001

Pembimbing II



Denny Matthew Saputra, M.Sc.
NIP 198305102015041002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP 198005222008121002

ABSTRAK

Kapasitas *Bandwidth* yang tidak mencukupi merupakan salah satu faktor utama dalam penurunan kualitas layanan internet yang diterima oleh pelanggan. *Internet Service Provider* (ISP) perlu mempertimbangkan banyak faktor sebelum menentukan pelanggan mana saja yang memerlukan *upgrade* kapasitas *bandwidth*. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan potensi *upgrade bandwidth* pelanggan *broadband* internet dengan menerapkan algoritma *K-Means clustering* dengan dan tanpa normalisasi data menggunakan metode *MinMax Normalization*. Data penelitian ini merupakan data pelanggan aktif dari PT Djaya Sampoerna Net hingga bulan Desember 2023. Proses pengelompokan data memberikan hasil berupa empat *cluster* untuk data yang belum dinormalisasi dengan nilai DBI sebesar 0.4103, dan dua *cluster* untuk data yang telah dinormalisasi dengan nilai DBI sebesar 0.7742. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas pengelompokan data berdasarkan metrik evaluasi DBI belum terlalu baik (belum mendekati nol) dan proses normalisasi data dapat memberikan pengaruh negatif dalam proses pengelompokan data pelanggan *broadband* internet menggunakan algoritma *K-Means*.

Kata Kunci : *Upgrade Bandwidth, Davies-Bouldin Index, Internet Service Provider, K-Means Clustering, Normalisasi MinMax.*

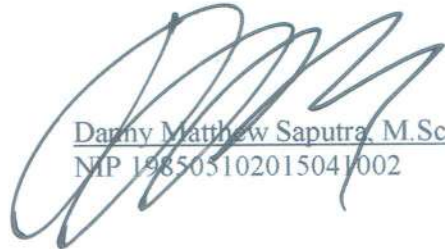
Indralaya, 22 Juli 2024

Pembimbing I



Mastura Diana Marieska, M.T.
NIP 198603212018032001

Pembimbing II



Darny Matthew Saputra, M.Sc.
NIP 198503102015041002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP 198005222008121002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir berjudul “Pengelompokan Kebutuhan *Upgrade Bandwidth* Pada Pelanggan *Broadband* Internet Menggunakan Algoritma *K-Means*” dengan baik sebagai syarat dalam menyelesaikan studi Strata-1 program studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir dan penelitian ini, khususnya kepada kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. M. Fachrurrozi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Mastura Diana Marieska, M.T. dan Bapak Danny Matthew Saputra, M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan motivasi yang luar biasa kepada penyusun selama kegiatan perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh Staf Administrasi dan Pegawai yang telah membantu dalam melancarkan proses administrasi dan akademik selama masa perkuliahan.
6. Pimpinan dan jajaran staf PT Djaya Sampoerna Net yang telah mengizinkan dan membantu dalam proses pengambilan dan analisis data penelitian.
7. Orang tua penulis, Bunda, Bapak, dan Alm. Ayah yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan kepercayaan kepada penulis.

8. Saudara penulis, Adek Bibin dan Kak Ardi yang selalu menemani dan mengingatkan penulis dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.
9. Sabahat terdekat penulis, Genta Mahardika dan Muhammad Ramadhan yang tidak terhitung banyaknya menginap dirumah untuk menemani proses penyusunan Tugas Akhir.
10. Sahabat penulis Fernandico Geovardo, M. Dzaky Anugerah, dan Taveto Guntar Partogi Simangunsong yang telah menemani perjalanan panjang kehidupan perkuliahan.
11. Teman seperbimbingan penulis, Harisatul Aulia yang menemani proses bimbingan Tugas Akhir.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat, dan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan dalam segi penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini yang disebabkan oleh keterbatasan ilmu dan kemampuan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan dalam penyempurnaan penyusunan Tugas Akhir ini agar dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 10 Juli 2024



Penyusun, Ibnu Nalaprana

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULUS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-5
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-6
1.6 Batasan Masalah.....	I-6
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8 Kesimpulan.....	I-8
BAB II <u>K</u> AJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.1.1 <i>Internet Service Provider</i>	II-1
2.1.2 <i>Bandwidth</i>	II-3
2.1.3 <i>Data Mining</i>	II-4
2.1.4 <i>Clustering</i>	II-5
2.1.5 <i>K-Means</i>	II-6

2.1.6	Normalisasi: <i>MinMaxScaler</i>	II-8
2.1.7	<i>Davies-Bouldin Index</i> (DBI).....	II-9
2.1.8	<i>Rational Unified Process</i> (RUP).....	II-11
2.2	Penelitian Yang Relevan	II-14
2.3	Kesimpulan.....	II-16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Pendahuluan	III-1
3.2	Pengumpulan Data	III-1
3.2.1	Jenis Data	III-1
3.2.2	Sumber Data.....	III-1
3.2.3	Metode Pengumpulan Data.....	III-2
3.3	Tahapan Penelitian	III-2
3.3.1	Kerangka Kerja	III-2
3.3.2	Kriteria Pengujian	III-5
3.3.3	Format Data Pengujian.....	III-5
3.3.4	Alat Bantu Penelitian	III-6
3.3.5	Pengujian Penelitian.....	III-6
3.3.6	Analisis Hasil dan Kesimpulan	III-7
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-7
3.5	Kesimpulan.....	III-7
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK		IV-1
4.1	Pendahuluan	IV-1
4.2	Analisis Metode K-Means.....	IV-1
4.2.1	Sampel Data	IV-4
4.3	<i>Rational Unified Process</i> (RUP).....	IV-10
4.3.1	Inception Phase	IV-10
4.3.1.1	Pemodelan Bisnis.....	IV-11
4.3.1.2	Kebutuhan Sistem	IV-11
4.3.1.3	Analisis dan Desain	IV-12
4.3.2	Elaboration Phase.....	IV-19

4.3.2.1	Pemodelan Bisnis.....	IV-19
4.3.2.2	Kebutuhan Sistem.....	IV-21
4.3.2.3	Analisis dan Desain.....	IV-22
4.3.3	Construction Phase.....	IV-26
4.3.3.1	Kebutuhan Sistem.....	IV-27
4.3.3.2	Class Diagram.....	IV-27
4.3.3.3	Implementasi.....	IV-28
4.3.4	Transition Phase.....	IV-34
4.3.4.1	Pemodelan Bisnis.....	IV-34
4.3.4.2	Analisis dan Desain.....	IV-34
4.3.4.3	Implementasi.....	IV-36
4.4	Kesimpulan.....	IV-39
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		V-1
5.1	Pendahuluan.....	V-1
5.2	Data Hasil Penelitian.....	V-1
5.2.1	Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2	Data Hasil Konfigurasi.....	V-2
5.2.3	Hasil Pengujian Data.....	V-2
5.3	Analisis Hasil Pengujian.....	V-4
5.4	Analisis Hasil Penelitian.....	V-6
5.5	Kesimpulan.....	V-27
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		VI-1
6.1.	Pendahuluan.....	VI-1
6.2.	Kesimpulan.....	VI-1
6.3.	Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii
LAMPIRAN.....		xx

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1. Tahapan KDD	II-4
Gambar II-2. Tahapan algoritma K-Means clustering	II-7
Gambar II-3. Tahapan Kerangka Kerja RUP	II-11
Gambar III-1. Kerangka Kerja	III-3
Gambar IV-1. <i>Use Case Diagram</i>	IV-15
Gambar IV-2. Rancangan <i>interface</i> Halaman Awal Sistem	IV-20
Gambar IV-3. Rancangan <i>Interface</i> Setelah Proses Pengunggahan Data	IV-21
Gambar IV-4. <i>Activity Diagram Unggah Dataset dan Preprocessing Data</i>	IV-23
Gambar IV-5. <i>Activity Diagram Clustering</i>	IV-24
Gambar IV-6. <i>Sequence Diagram Unggah Dataset dan Preprocessing Data</i>	IV-25
Gambar IV-7. <i>Sequence Diagram Clustering</i>	IV-26
Gambar IV-8. <i>Class Diagram</i>	IV-28
Gambar IV-9. <i>Interface</i> Halaman Utama	IV-31
Gambar IV-10. <i>Interface</i> sistem setelah proses pengunggahan file	IV-31
Gambar IV-11. <i>Interface</i> hasil <i>clustering</i> (i)	IV-32
Gambar IV-12. <i>Interface</i> hasil <i>clustering</i> (ii)	IV-32
Gambar IV-13. <i>Interface</i> visualisasi hasil <i>clustering</i> (i)	IV-33
Gambar IV-14. <i>Interface</i> visualisasi hasil <i>clustering</i> (ii)	IV-33

Gambar V-1. Visualisasi Pengelompokan Data Yang Belum Dinormalisasi	V-7
Gambar V-2. Visualisasi PCA Hasil Pengelompokan Data Yang Belum Dinormalisasi.....	V-8
Gambar V-3. Visualisasi Pairplot Hasil Pengelompokan Data Yang Belum Dinormalisasi.....	V-9
Gambar V-4. Visualisasi Hasil Pengelompokan Data Yang Telah Dinormalisasi.....	V-10
Gambar V-5. Visualisasi PCA Hasil Pengelompokan Data Yang Telah Dinormalisasi.....	V-11
Gambar V-6. Visualisasi <i>Pairplot</i> Hasil Pengelompokan Data Yang Telah Dinormalisasi.....	V-12

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1. Format Hasil Pengujian	III-6
Tabel IV-1. <i>Dataset</i> pertama.....	IV-1
Tabel IV-2. <i>Dataset</i> Kedua	IV-2
Tabel IV-3. <i>Dataset</i> setelah dilakukan proses integrasi dan penghapusan <i>outlier</i> ..	IV-2
Tabel IV-4. <i>Dataset</i> setelah dilakukan proses normalisasi	IV-3
Tabel IV-5. Sampel data <i>random</i> yang digunakan.....	IV-4
Tabel IV-6. Sampel data yang telah dinormalisasi	IV-5
Tabel IV-7. Sampel data <i>centroid</i>	IV-6
Tabel IV-8. Sampel data <i>centroid</i> setelah dinormalisasi.....	IV-6
Tabel IV-9. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Iterasi Pertama	IV-7
Tabel IV-10. <i>Cluster</i> iterasi pertama.....	IV-8
Tabel IV-11. Perhitungan <i>Euclidean Distance</i> Iterasi Kedua	IV-9
Tabel IV-12. <i>Cluster</i> Akhir	IV-10
Tabel IV-13. Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-12
Tabel IV-14. Kebutuhan Non-Fungsional Perangkat Lunak	IV-13
Tabel IV-15. <i>Definisi</i> Aktor	IV-15
Tabel IV-16. <i>Definisi Use Case</i>	IV-16
Tabel IV-17. Skenario <i>Use Case</i> Unggah <i>Dataset</i> dan <i>Preprocessing</i> Data	IV-16
Tabel IV-18. Skenario <i>Use Case Clustering</i> menggunakan Algoritma <i>K-Means</i> ..	IV-18

Tabel IV-19. Implementasi Kelas	IV-28
Tabel IV-20. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Unggah <i>Dataset Preprocessing</i> Data	IV-34
Tabel IV-21. Rencana Pengujian <i>Use Case Clustering</i> Menggunakan Algoritma <i>K-Means</i>	IV-35
Tabel IV-22. Pengujian <i>Use Case</i> Unggah <i>Dataset</i> dan <i>Preprocessing</i> Data ...	IV-36
Tabel IV-23. Pengujian <i>Use Case Clustering</i> Menggunakan Algoritma <i>K-Means</i>	IV-37
Tabel V-1. Hasil Pengujian untuk Data yang Belum Dinormalisasi.....	V-3
Tabel V-2. Hasil Pengujian untuk Data yang Telah Dinormalisasi	V-3
Tabel V-3. Nilai DBI untuk Kedua Data.....	V-4.
Tabel V-4. Hasil Pengelompokan <i>Cluster 1</i> Untuk Data Yang Belum Dinormalisasi	V-7.
Tabel V-5. Hasil Pengelompokan <i>Cluster 2</i> Untuk Data Yang Belum Dinormalisasi	V-8.
Tabel V-6. Hasil Pengelompokan <i>Cluster 3</i> Untuk Data Yang Belum Dinormalisasi	V-8.
Tabel V-7. Hasil Pengelompokan <i>Cluster 4</i> Untuk Data Yang Belum Dinormalisasi	V-9.
Tabel V-8. Hasil Pengelompokan <i>Cluster 1</i> Untuk Data Yang Telah Dinormalisasi	V-15.
Tabel V-9. Hasil Pengelompokan <i>Cluster 1</i> Untuk Data Yang Telah Dinormalisasi	V-17.

Tabel V-10. Ambang Batas Persentil	V-24
Tabel V-11. Rata-Rata Jumlah Keluhan.....	V-24
Tabel V-12. Penerapan Konsep Segmentasi Persentil Pada Hasil Pengelompokan Data	V-24
Tabel V-13. Potensi <i>Upgrade Bandwidth</i> Pelanggan.....	V-25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini akan membahas mengenai mengenai dasar permasalahan, perumusan masalah, tujuan riset, kegunaan riset, serta batasan dan tata cara penulisan.

1.2 Latar Belakang

Sejak pertengahan tahun 1990, internet telah menjadi bagian integral dari kehidupan masyarakat. Banyaknya penyedia layanan internet *broadband* dan pengembang aplikasi berbasis *website* mempermudah akses untuk menonton film dan mengirimkan dokumen melalui internet. Perkembangan aplikasi ini meningkatkan kebutuhan data. Saat permintaan *bandwidth* melebihi kapasitas yang ada, dampak negatif pada kenyamanan penggunaan layanan terjadi. Tingginya kebutuhan bandwidth mencerminkan kapasitas koneksi yang diperlukan, dan peningkatan kebutuhan tersebut berpotensi meningkatkan kinerja internet (Kuswoyo & Agani, 2015).

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan layanan internet dikarenakan kapasitas *bandwidth* yang tidak mencukupi kebutuhan pengguna adalah dengan melakukan penambahan (*upgrade*) kapasitas *bandwidth* oleh *Internet Service Provider* (ISP) terkait. Sebelum penambahan kapasitas, ISP harus mempertimbangkan biaya investasi dan meminimalisir biaya tambahan untuk pelanggan dengan memilih secara efektif berdasarkan potensi masing-masing pelanggan (Hananto *et al.*, 2021).

Perusahaan penyedia layanan internet, atau yang lebih dikenal dengan *Internet Service Provider* (ISP) adalah perusahaan yang bergerak di bidang telekomunikasi yang menawarkan layanan koneksi internet kepada pelanggan. Jaringan yang disediakan oleh ISP meliputi jaringan regional dan internasional, memungkinkan pelanggan untuk terhubung dengan dunia luar secara global dengan mudah. Ketersediaan berbagai ISP yang ada baik secara lokal maupun internasional menyebabkan variasi karakteristik layanan yang diberikan seperti kualitas jaringan, *bandwidth*, biaya *maintenance* perangkat dan jasa, hingga penawaran harga (Nurajizah, *et al.*, 2020). Untuk memberikan layanan yang optimal, pengelola ISP memerlukan suatu data yang dapat memperlihatkan pelanggan mana saja yang perlu diberikan *upgrade bandwidth*.

Penggunaan teknik data mining dengan algoritma *K-Means Clustering* dapat membantu ISP dalam mengelompokkan potensi pelanggan yang memerlukan *upgrade bandwidth*. Algoritma *K-Means Clustering* adalah suatu metode yang membagi data ke dalam kelompok atau *cluster*, dimana data dengan karakteristik yang serupa dikelompokkan bersama ke dalam satu *cluster* (Gustientiedina *et al.*, 2019). Sebelum dilakukan proses pengelompokan data, proses normalisasi data perlu dilakukan karena data pelanggan yang dapat digunakan dalam penelitian biasanya memiliki jumlah yang cukup banyak dengan variasi rentang data yang tinggi. Hal ini dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil penelitian yang didapatkan. Untuk dapat melihat pengaruh tersebut, dapat dilakukan proses normalisasi data terlebih dahulu.

Normalisasi digunakan untuk menstandarisasi semua fitur dari *dataset* kedalam kriteria berupa rentang data yang lebih kecil sehingga objek yang redundan dan *noise* pada data yang dapat mempengaruhi hasil penelitian dapat dihilangkan (Ananta, A. 2017). Algoritma *K-Means clustering* menggunakan *Euclidean Distance* sangat rentan terhadap ketidakkonsistenan ukuran fitur dan rentang dalam data. Proses normalisasi menggunakan metode *MinMax* merupakan metode normalisasi yang menerapkan transformasi pada data secara linear pada rentang nol hingga satu, tanpa menghilangkan korelasi antar atribut pada *dataset* yang digunakan (Permana & Salisah, 2022). Setelah melalui proses normalisasi dan penerapan algoritma *K-Means clustering*, Hasil *clustering* yang dihasilkan akan dievaluasi menggunakan metrik evaluasi *Davies-Bouldin Index (DBI)*.

Davies-Bouldin Index (DBI) adalah salah satu teknik yang digunakan untuk mengevaluasi validitas atau jumlah *cluster* yang paling optimal berdasarkan data yang ada. Penggunaan DBI sebagai metrik evaluasi *clustering* menentukan kualitas dari suatu *cluster* berdasarkan kuantitas dan kedekatan antar data pada masing masing *cluster* (Bates & Kalita, 2016).

Salah satu penelitian yang dilakukan oleh (Armono & Yulia, 2021) menggunakan metode *K-Means clustering* dengan *dataset* berupa data pelanggan layanan internet *broadband* berbasis *fiberoptic* sejumlah 263 data, menunjukkan hasil bahwa data yang telah diproses dikelompokkan menjadi lima *cluster*. Proses *clustering* yang telah dilakukan dievaluasi dengan menggunakan metrik evaluasi DBI untuk melihat kualitas *cluster* yang diperoleh dan membandingkannya dengan kualitas cluster

lainnya. Hasil yang didapatkan adalah *clustering* dengan jumlah 5 *cluster* memiliki nilai DBI yang paling kecil dibandingkan dengan *cluster* lainnya yang berarti bahwa proses *clustering* yang telah dilakukan sudah optimal.

Penelitian lain juga dilakukan oleh (Hardiani, 2022) menggunakan metode *K-Means clustering* pada data *Covid-19* dari 34 provinsi di Indonesia menghasilkan tiga *cluster* utama. Hasil penelitian ini dievaluasi dengan menggunakan metrik evaluasi DBI dengan jumlah *cluster* yang diuji sebanyak 7 *cluster*, memperlihatkan hasil bahwa proses *clustering* yang paling optimal berjumlah 3 *cluster* yang dibuktikan oleh nilai DBI yang lebih rendah dibanding *cluster* lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa proses *clustering* data tersebut dapat dilakukan secara optimal menggunakan algoritma *K-Means* sesuai dengan standar DBI yang didapatkan.

Berdasarkan penjelasan diatas, proses *clustering* dapat dilakukan dengan baik dan optimal menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Penggunaan algoritma *K-Means* pada penelitian ini dilandaskan oleh sifatnya yang cocok untuk diimplementasikan dengan *dataset* yang berjumlah besar maupun kecil, serta kemampuannya dalam mengolah tipe data yang beragam. Pemilihan DBI didasarkan pada kemampuannya dalam mengevaluasi heterogenitas *cluster*, menjadikannya metrik yang serbaguna dan sesuai untuk penilaian performa algoritma *clusterisasi* pada *dataset* dengan karakteristik yang beragam. Diharapkan penerapan DBI dapat memberikan wawasan mendalam mengenai homogenitas dan kualitas *cluster* pelanggan, tanpa terpengaruh oleh variasi ukuran *cluster*, keberadaan outlier, atau bentuk distribusi data. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat kepercayaan dan

ketepatan hasil penelitian, serta memberikan kontribusi signifikan dalam memahami struktur dan karakteristik pelanggan layanan internet *broadband wireless* dalam pengelompokan data berdasarkan kebutuhan *upgrade bandwidth* pelanggan.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengelompokkan data pelanggan *broadband* internet menggunakan metode *K-Means clustering*?
2. Bagaimana kualitas pengelompokan algoritma *K-Means clustering* dalam mengelompokkan data pelanggan *broadband* internet yang belum dan telah dinormalisasi menggunakan metode *MinMaxNormalization* berdasarkan metrik evaluasi *Davies-Bouldin Index* (DBI)?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan kebutuhan *upgrade bandwidth* pelanggan yang telah dikelompokkan menggunakan metode *K-Means clustering*.
2. Mengetahui dan membandingkan kualitas pengelompokan data pelanggan *broadband* internet yang belum dan telah dinormalisasi berdasarkan metrik evaluasi *Davies-Bouldin Index* (DBI).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Hasil pengelompokan data pelanggan ini dapat dipergunakan oleh ISP dalam menentukan kelompok pelanggan mana saja yang dapat ditawarkan *upgrade* kapasitas bandwidth.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian berikutnya yang menggunakan metode *clustering* dengan algoritma *K-Means*.

1.6 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pelanggan layanan internet *broadband wireless* Kota Palembang sebanyak 134 data yang diambil dari PT Djaya Sampoerna Net dari tahun 2018 hingga bulan Desember 2023.
2. Proses normalisasi data dilakukan dengan menggunakan metode *MinMaxNormalization*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai mengenai dasar permasalahan, perumusan masalah, tujuan riset, kegunaan riset, serta batasan dan tata cara penulisan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab ini akan membahas prinsip-prinsip dasar teori yang diterapkan dalam penelitian ini, termasuk pengertian metode yang digunakan serta penelitian terkait yang relevan untuk konteks penelitian ini.

BAB III. METODELOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tahapan yang akan diterapkan pada penelitian menggunakan metode *K-Means clustering* dengan metrik pengukuran berupa *Davies-Bouldin Index* (DBI). Setiap langkah penelitian direncanakan secara terperinci sesuai dengan suatu kerangka kerja. Selanjutnya, akan dilakukan perancangan manajemen proyek pengembangan sebagai bagian dari pelaksanaan penelitian.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini menjelaskan proses pengembangan perangkat lunak yang dilakukan pada penelitian ini, mulai dari tahapan metode pengembangan perangkat lunak hingga pengujian perangkat lunak yang dilakukan dalam penelitian ini.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS

Bab ini membahas dan memberikan analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan yang didapatkan dari seluruh rangkaian penelitian serta memberikan saran yang dapat dimanfaatkan dalam penelitian penelitian yang relevan di masa yang akan datang.

1.8 Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian ini mencakup diskusi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaatnya, batasan masalah, dan tata cara penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A. 2014. A Review of RUP (Rational Unified Process). In Ashraf Anwar International Journal of Software Engineering (IJSE) (Issue 5).
- Armono, S.A., dan Yulia. 2021. Clustering the potential bandwidth upgrade of FTTH broadband subscribers 1(13):51-57.
- Bates, A., dan Kalita, J. 2016. Counting Clusters in Twitter Posts 85(16):1-9.
- Darmawan, A., Kustian, N., dan Rahayu, W. 2018. Implementasi Data Mining Menggunakan Model SVM untuk Prediksi Kepuasan Pengunjung Taman Tabebuya 3(2):299-307.
- Gustientiedina, Adiya, M.H., dan Desnelita, Y. 2019. Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan Pada RSUD Pekanbaru 1(5):17-24.
- Hananto, A.L., Assiroj, P., Priyatna, B., Nurhayati, Fauzi, A., Rahman, A.Y., dan Hilabi, S.S. 2021. *Analysis of Drug Data Mining with Clustering Technique Using K-Means Algorithm* 2021(1908):1-8.
- Hardiani, T. 2022. Analisis Clustering Kasus Covid 19 di Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means 2(11):156-165.
- Huff, E., dan Gember-Jacobson, A. 2021. *Divesting in Socially (Ir)responsible Internet Service Providers* 1-8.
- Kuswoyo, D., dan Agani, N. 2015. Model Perhitungan Kebutuhan Bandwidth Jaringan Komputer menggunakan Sistem Pakar *Fuzzy* dengan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) : Studi Kasus PT.GMF Aero Asia Cengkareng 3(3):1-15.
- Liu, X., Zhao, M., Li, S., Zhang, F., dan Trappe, W. 2017. *A Security Framework for the Internet of Things in the Future Internet Architecture* 9(27):1-28.
- Lone, Q., Korczyński, M., Gañan, C.H., dan Eeten, M.V. 2020. *SAVing the Internet: Explaining the Adoption of Source Address Validation by Internet Service Providers* 1-30.
- Metisen, B.M., dan Sari, H.L. 2015. Analisis *Clustering* Menggunakan Metode *K-Means* dalam Pengelompokkan Penjualan Produk pada Swalayan Fadhila 2(11):110-118.

- Muningsing, E., Maryani, I., dan Handayani, V.R. 2021. Penerapan Metode K-Means dan Optimasi Jumlah Cluster dengan Index Davies Bouldin untuk Clustering Propinsi Berdasarkan Potensi Desa 1(9):95-100.
- Nabila, Z., Isnain, A.R., Permata, dan Abidin, Z. 2021. Analisis Data Mining untuk Clustering Kasus Covid-19 di Provinsi Lampung dengan Algoritma *K-Means* 2(2):100-108.
- Nasser, H., dan Witono, T. 2016. Analisis Algoritma *Round Robin*, *Least Connection*, Dan *Ratio* pada *Load Balancing* Menggunakan *Opnet Modeler* 1(12):25-32.
- Nurjizah, S., Ambarwati, N.A., dan Muryani, S. 2020. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan *Internet Service Provider* Terbaik dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* 3(6):231-238.
- Prasetyaningrum, E., dan Susanti, P. 2023. Perbandingan Algoritma *K-Means* Dan *K-Medoids* untuk Pemetaan Hasil Produksi Buah-Buahan 4(7):1775-1783.
- Prasongko, N.D., dan Gernowo, R. 2015. Metode *Quality Function Deployment* dan *Fuzzy Topsis* untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Perusahaan Penyedia Jasa Internet 02(2015):137-144.
- Prayoga, Y., Tambunan, H.S., dan Parlina, I. 2019. Penerapan *Clustering* pada Laju Inflasi Kota di Indonesia dengan Algoritma *K-Means* 1(1):24-30.
- Sanjaya, I. 2014. Analisis Struktur Pasar Penyelenggara Jasa Akses Internet di Indonesia *Market Structure Analysis of Internet Service Providers in Indonesia* 4(12):291-300.
- Setiawan, R. 2016. Penerapan *Data Mining* Menggunakan Algoritma *K-Means Clustering* untuk Menentukan Strategi Promosi Mahasiswa Baru (Studi Kasus : Politeknik LP3I Jakarta) 1(3):76-92.
- Sindi, S., Ningse, W.R.O., Sihombing, I.A., Ilmi, F., dan Hartama, D. 2020. Analisis Algoritma *K-Medoids Clustering* dalam Pengelompokan Penyebaran *Covid-19* di Indonesia 1(4):166-173.
- Sikumbang, E.D. 2018. Penerapan Data Mining Penjualan Sepatu Menggunakan Metode Algoritma Apriori 1(4):156-161.
- Sitompul, B.J.D., Sitompul, O.S., Sihombing, P. 2019. *Enhancement Clustering Evaluation Result of Davies-Bouldin Index with Determining Initial Centroid of K-Means Algorithm*. 1235(2019):1-7.

- Stiadi, M. J., & Sundani, D. 2021. *Performance Measurement of K-Means Clustering Algorithm Using Davies Bouldin Index Method. International Research Journal of Advanced Engineering and Science* 6(4):72–75.
- Sukri, dan Jumiati. 2017. Analisa *Bandwidth* Menggunakan Metode Antrian per *Connection Queue* 2(2):244-257.
- Sulastri, H., dan Gufroni, A.I. 2017. Penerapan *Data Mining* Dalam Pengelompokan Penderita *Thalassaemia* 2(3):299-305.
- Tempola, F., dan Assagaf, A.F. 2018. *Clustering of Potency of Shrimp in Indonesia with Kmeans Algorithm and Validation of Davies-Bouldin Index* 1(1):730-733.
- Towidjojo, R. 2013. Mikrotik Kung Fu: Kitab 2.
- Wahyudi, M., Pujiastuti, L., dan Solikhun. 2022. Komparasi *K-Means Clustering* dan *K-Medoids* dalam Mengelompokkan Produksi Susu Segar di Indonesia 2(4):243-254.
- Wanto, A., Siregar, M.N.H., Windarto, A.P., Hartama, D., Ginantra, N.L.W.S.R., Napitupulu, D., Negara, E.S., Lubis, M.R., Dewi, S.V., dan Prianto, C. 2020. *Data Mining : Algoritma dan Implementasi*.
- Xu, L., Jiang, C., Wang, J., Yuan, J., dan Ren, Y. 2014. *Information security in big data: Privacy and data mining*. 2(2):1149-1176.
- Younus, Z.S., Mohamad, D., Saba, T., Alkawaz, M.H., Rehman, A., Al-Rodhaan, M., dan Al-Dhelaan, A. 2015. *Content-based image retrieval using PSO and K-Means clustering algorithm* 1-14.