

PENERAPAN METODE *HIERARCHICAL CLUSTERING* DAN *K-MEANS CLUSTERING* UNTUK MENGELOMPOKKAN POTENSI LOKASI PENJUALAN LINKAJA

Ivon Fadhila Rahma¹, Putra Prima Arhandi², Annisa Tufika Firdausi³

^{1,2,3} Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
¹ivon.rahma@gmail.com, ²putraprima@polinema.ac.id, ³annisa.taufika@polinema.ac.id

Abstrak

Tempat atau lokasi yang tepat merupakan salah satu faktor peningkatan strategi bisnis, maka dari itu suatu perusahaan haruslah mengelompokkan mana saja lokasi yang berpotensi bisnis bagi penjualannya. Dan jika harus dikelompokkan secara manual membutuhkan waktu yang sangat lama. Oleh sebab itu, *clustering* menjadi solusi untuk mengatasi masalah tersebut. *Clustering* akan mengelompokkan lokasi yang menguntungkan, cukup, dan kurang. *Clustering* memiliki dua metode, yaitu partisi dan hierarki. Dua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, dan dengan menggabungkan keduanya dapat diperoleh hasil *cluster* yang lebih baik. Dari hasil *cluster* dengan menggunakan data penjualan LINKAJA di PT Telekomunikasi, maka diperoleh hasil bahwa gabungan metode *Hierarchical Clustering* dan *K-Means* memberikan hasil *cluster* yang lebih baik dalam pengelompokan lokasi penjualan LINKAJA dengan parameter saldo penjualan dan umur.

Kata kunci : *Clustering, Hierarchical Clustering, K-Means Clustering.*

1. Pendahuluan

LINKAJA adalah wajah baru dari TCASH, layanan keuangan digital (*e-wallet*) milik Telkomsel, anak usaha PT Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk atau Telkom. Selain itu, LinkAja merupakan gabungan dari layanan keuangan elektronik milik PT Bank Mandiri (Persero) Tbk dengan E-Cash, UnikQu dari PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk, dan PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk dengan merek T-Bank. memiliki fungsi yang sama dengan uang tunai sebagai alat pembayaran yang sah, di mana nilainya setara dengan nilai uang tunai yang disetorkan terlebih dahulu ke rekening LINKAJA dan uang yang disetorkan bukanlah bersifat simpanan sebagaimana diatur dalam peraturan perundang-undangan perbankan dan oleh karenanya LINKAJA tidak memberikan bunga serta tidak dijamin oleh lembaga Penjamin Simpanan, Telekomunikasi Selular, (2017). Stiker LINKAJA dan saldo LINKAJA bisa didapatkan di banyak tempat salah satunya seperti, Grapari, Alfamart, Indomart, tempat yang berlogo Bang LINKAJA atau Stand LINKAJA yang berada di lokasi-lokasi tertentu. Stand LINKAJA banyak terdapat di beberapa tempat yang sudah bekerja sama dengan Telkomsel. Hal tersebut untuk mempermudah pengguna LINKAJA dalam menjangkau Stiker LINKAJA atau Top up Saldo tanpa harus membayar pajak seperti saat bertransaksi di Alfamart, Indomart, maupun transaksi melalui Bank.

Saldo LINKAJA pada setiap Stand khusus di PT Telekomunikasi Selular disediakan pada bagian Divisi *Broadband Digital Sales* (BDS). Namun kebutuhan yang berbeda di setiap lokasi Stand LINKAJA dan proses penambahan saldo saat saldo habis pada setiap Stand, harus melalui penanggung jawab di Divisi BDS. Waktu respon yang tidak menentu mengakibatkan pengisian saldo LINKAJA yang sudah habis pada setiap *Stand* LINKAJA cukup membutuhkan waktu dan berdampak pada pelanggan yang sedang membeli saldo. Maka dari itu perlu penambahan jumlah saldo pada lokasi Stand LINKAJA yang berpotensi.

Menurut Kotler, *et al* (2009) *place* merupakan segala sesuatu yang menunjukkan berbagai kegiatan bisnis untuk membuat produk agar mudah diperoleh oleh pelanggan dan selalu tersedia bagi pelanggan. Apabila berada dalam kondisi bisnis yang memiliki persaingan ketat, faktor pemilihan lokasi menjadi komponen utama yang penting agar usaha yang dijalankan juga dapat bersaing secara efektif, maka perlu adanya lokasi usaha yang strategis dan mudah dijangkau oleh konsumen. Ketepatan pemilihan lokasi merupakan salah satu faktor yang menentukan kesuksesan sebuah usaha. Para pengusaha selalu memiliki pertimbangan yang matang mengenai lokasi sebelum membuka usahanya.

Metode *K-Means* merupakan metode clustering yang paling sederhana dan umum, B. Santosa, (2007). Hal ini dikarenakan *K-Means* mempunyai kemampuan mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu

komputasi yang relatif cepat dan efisien, K. Arai, *et al* (2017). Namun, K-means mempunyai kelemahan yang diakibatkan oleh penentuan pusat awal *cluster*. Hasil *cluster* yang terbentuk dari metode K-means ini sangatlah tergantung pada inisiasi nilai pusat awal *cluster* yang diberikan, B. Santosa, (2007). Hal ini menyebabkan hasil *cluster*-nya berupa solusi yang sifatnya *local* optimal.

Oleh karena itu dalam rangka meningkatkan strategi bisnis, peran PT Telekomunikasi Selular yaitu mengelompokkan lokasi Stand LINKAJA agar dapat mengoptimalkan strategi bisnis dengan cara penambahan saldo LINKAJA, stiker LINKAJA dan penambahan kontrak kerja disetiap tempat yang berpotensi. Hal ini tidak semata mengutamakan keuntungan pihak PT Telekomunikasi Selular saja melainkan mempermudah konsumen dalam mendapatkan pelayanan, fasilitas, dan jangkauan dari PT Telekomunikasi Selular sebagai operator selular terbesar di Indonesia.

Pengelompokan tersebut dapat menggunakan metode pengelompokan dengan algoritma *K-Mean* dikolaborasi oleh metode hierarki untuk penentuan pusat awal *cluster*. Penggabungan antara metode *K-Means Clustering* dan *Hierarchical clustering* dikarenakan setiap metode memiliki kekurangan dan kelebihan masing masing. Untuk metode *K-Means Clustering* kelebihannya dapat melakukan analisis sampel dalam ukuran yang lebih besar dengan lebih efisien. Selain itu, hanya memiliki sedikit kelemahan pada data outlier, ukuran jarak yang digunakan, dan variabel tak relevan atau variabel yang tidak tepat. Sedangkan kelemahannya adalah untuk titik bakal *random* lebih buruk dari pada metode hirarkhi. Jika *Hierarchical Clustering* memiliki kelebihan mempercepat pengolahan dan menghemat waktu karena data yang diinputkan akan membentuk hierarki atau membentuk tingkatan tersendiri sehingga mempermudah dalam penafsiran, namun kelemahan dari metode ini adalah seringnya terdapat kesalahan pada data *outlier*, perbedaan ukuran jarak yang digunakan, dan terdapatnya variabel yang tidak relevan. Jadi penggabungan keduanya untuk mendapat hasil yang lebih baik.

Dengan data yang sudah di kelompokkan menggunakan algoritma *K-Means*, diharapkan dapat mempermudah PT Telekomunikasi Selular dalam meningkatkan strategi pemasaran dengan penambahan saldo LINKAJA, stiker LINKAJA, dan perpanjangan kontrak di setiap tempat berdasarkan tempat yang menguntungkan, cukup, dan kurang.

2. Landasan Teori

2.1 LINKAJA

LINKAJA adalah uang elektronik yang diselenggarakan oleh Telkomsel yang telah terdaftar dan diawasi oleh Bank Indonesia, memiliki fungsi yang sama dengan uang tunai sebagai alat

pembayaran yang sah, di mana nilainya setara dengan nilai uang tunai yang disetorkan terlebih dahulu ke rekening LINKAJA dan uang yang disetorkan bukanlah bersifat simpanan sebagaimana diatur dalam peraturan perundang-undangan perbankan dan oleh karenanya LINKAJA tidak memberikan bunga serta tidak dijamin oleh Lembaga Penjamin Simpanan.

Nomor Rekening LINKAJA adalah Nomor Telepon selular dari Pemegang LINKAJA yang tercatat pada saat registrasi, dimana 1 (satu) Rekening LINKAJA hanya berlaku untuk 1 (satu) Nomor Telepon selular, dan juga sebaliknya.

Pengisian Saldo LINKAJA (*Cash In/Top Up*) dapat dilakukan di titik pelayanan Telkomsel atau Mitra LKD yang telah bekerjasama dengan Telkomsel untuk menyelenggarakan fasilitas Pengisian Saldo (*Cash In/Top Up*) sesuai dengan ketentuan yang berlaku, atau melalui transfer dana dari rekening uang atau bank lainnya. Transaksi menggunakan LINKAJA hanya dapat dilakukan selama saldo LINKAJA mencukupi, Telekomunikasi Selular, (2017).

Untuk kemudahan Pemegang LINKAJA, dari waktu ke waktu Telkomsel dapat menyediakan media seperti tetapi tidak terbatas pada Aplikasi (LINKAJA *Wallet*) dan NFC Tag (LINKAJA TAP) penggunaan non Telkomsel, USSD (*800#) khusus untuk pengguna Telkomsel, SMS (2828) yang seluruhnya merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan dari produk LINKAJA dan informasi dari media akan dijelaskan lebih lanjut dalam *website* LINKAJA[1].

$$R(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{sebaliknya} \end{cases} \quad (1)$$

2.2 Clustering

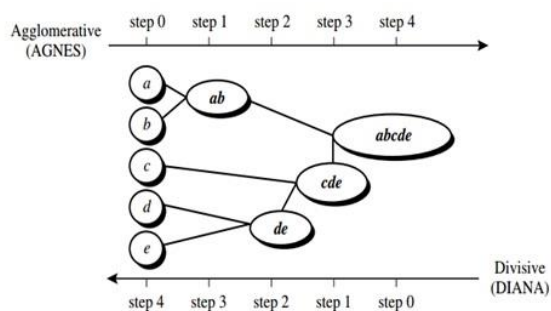
Analisis kelompok (*cluster analysis*) adalah mengelompokkan data (objek) yang didasarkan hanya pada informasi yang ditemukan dalam data yang menggambarkan objek tersebut dan hubungan diantaranya.

Clustering merupakan proses partisi satu set objek data ke dalam himpunan bagian yang disebut dengan *cluster*. Objek yang di dalam *cluster* memiliki kemiripan karakteristik antar satu sama lainnya dan berbeda dengan *cluster* yang lain. Partisi tidak dilakukan secara manual melainkan dengan suatu algoritma *clustering*. Oleh karena itu, *clustering* sangat berguna dan bisa menemukan *group* atau kelompok yang tidak dikenal dalam data. *Clustering* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti misalnya pada *business intelligence*, pengenalan pola citra, web search, bidang ilmu biologi, dan untuk keamanan (*security*), Edy Irwansyah, *et al*.

2.3 Hierarchical Clustering

Pada *hierarchical clustering* data dikelompokkan melalui suatu bagan yang berupa hirarki, dimana

terdapat penggabungan dua grup yang terdekat disetiap iterasinya ataupun pembagian dari seluruh set data kedalam *cluster*.



Gambar 1. Hierarchical Clustering (Sumber: Han, et al, 2012)

Langkah melakukan *Hierarchical clustering*, Han, J, et al (2012):

1. Identifikasi item dengan jarak terdekat
2. Gabungkan item itu kedalam satu cluster
3. Hitung jarak antar cluster
4. Ulangi dari awal sampai semua terhubung

2.4 K-Means Clustering

K-Means adalah suatu teknik pengelompokan data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaan. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981, Kusumadewi, et al (2010).

K-Means merupakan algoritma *clustering* yang berulang-ulang. Algoritma *K-Means* dimulai dengan pemilihan secara acak *K*, *K* disini merupakan banyaknya *cluster* yang ingin dibentuk. Kemudian tetapkan nilai *K* secara *random*, untuk sementara nilai tersebut menjadi pusat dari *cluster* atau bisa disebut dengan *centroid* menggunakan rumus hingga ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan *centroid*. Klasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan *centroid*. Lakukan langkah tersebut hingga nilai *centroid* tidak berubah (stabil), Rismawan, T (2008).

Algoritma *K-Means* adalah algoritma yang mempartisi data ke dalam *cluster-cluster* sehingga data yang memiliki kemiripan berada pada satu *cluster* yang sama dan data yang memiliki ketidaksamaan berada pada *cluster* yang lain. Sarwono mengemukakan secara lebih detail, algoritma *K-Means* adalah sebagai berikut (Sarwono Y. T. (n.d) :

- a. Menentukan *K* sebagai jumlah kluster yang ingin di bentuk.
- b. Membangkitkan nilai random untuk pusat *cluster* awal (*centroid*) sebanyak *K*
- c. Menghitung jarak setiap data input terhadap masing – masing *centroid* menggunakan rumus jarak *Euclidean* (*Euclidean Distance*) hingga ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap

data dengan *centroid*. Berikut adalah persamaan *Euclidian Distance*:

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum(x_i - \mu_j)^2} \tag{1}$$

Dimana :

- x_i : Data kriteria,
- μ_j : *Centroid* pada cluster ke-*j*
- d* : Mengklasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan *centroid* (jarak terkecil).

- e. Memperbaharui nilai *centroid*. Nilai centroid baru di peroleh dari rata-rata *cluster* yang bersangkutan dengan menggunakan rumus:

Dimana:

$$\mu_j(t + 1) = \frac{1}{N_{sj}} \sum_{j \in S_j} x_j \tag{2}$$

- $\mu_j(t+1)$: *Centroid* baru pada iterasi ke (t +1)
- N_{sj} : Banyak data pada *cluster* *Sj*.

- f. Melakukan perulangan dari langkah hingga e, sampai anggota tiap *cluster* tidak ada yang berubah.

Jika langkah f telah terpenuhi, maka nilai pusat cluster (μ_j) pada iterasi terakhir akan digunakan sebagai parameter untuk menentukan klasifikasi data (Sarwono).

2.5 Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses untuk menemukan model atau fungsi yang menjelaskan atau membedakan konsep atau kelas data dengan tujuan untuk memperkirakan kelas yang tidak diketahui dari suatu objek. Dalam pengklasifikasian data terdapat dua proses yang dilakukan yaitu:

- a. Proses *training*
Pada proses *training* digunakan *training* set yang telah diketahui label-labelnya untuk membangun model atau fungsi.
- b. Proses *testing*
Untuk mengetahui keakuratan model atau fungsi yang akan dibangun pada proses *training*, maka digunakan data yang disebut dengan *testing* set untuk memprediksi label-labelnya.

Klasifikasi dokumen adalah pemberian kategori yang telah didefinisikan kepada dokumen yang belum memiliki kategori. Mengklasifikasi dokumen merupakan salah satu cara untuk mengorganisasikan dokumen. Dokumen-dokumen yang memiliki isi yang sama akan dikelompokkan ke dalam kategori yang sama. Dengan demikian, orang-orang yang melakukan pencarian informasi dapat dengan mudah melewati kategori yang tidak relevan dengan informasi yang dicari atau yang tidak menarik perhatian.

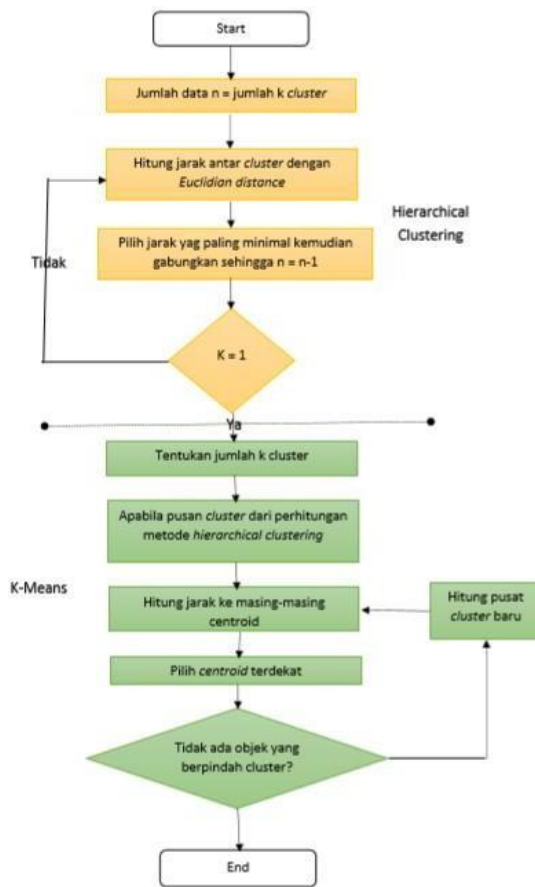
Peningkatan jumlah dokumen yang begitu pesat telah mendorong berkembangnya metode pengklasifikasian secara otomatis. Metode ini dapat melakukan klasifikasi dengan cara belajar dari sekumpulan contoh dokumen yang telah diklasifikasi sebelumnya. Keuntungan dari metode ini adalah dapat menghemat waktu kerja dan memperoleh hasil yang lebih baik. Metode ini adalah metode *support vector machine*.

3. Metodologi
3.1 Data Set

Metode pengambilan data pada penyusunan penulisan ini, adalah:

- a. Studi literatur dengan tujuan:
 - Mempelajari dan memahami algoritma *Hierarchical Clustering* dan *K-Means* dalam data mining dengan mengumpulkan literatur yang berkaitan, yang didapat dari beberapa referensi-referensi, jurnal-jurnal, melalui buku ataupun *website*.
 - Mempelajari hal yang dapat meningkatkan strategi bisnis.
 - Mengetahui data transaksi LINKAJA di beberapa tempat.
- b. Pengumpulan data melalui GraPARI Telkomsel Malang.
 - Pengumpulan data transaksi LINKAJA yang sudah tercatat di GraPARI Telkomsel Malang.
 - Pengumpulan data dengan wawancara untuk mendapatkan data seakurat mungkin. Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan sumber dan jenis data yang diperlukan.

menguntungkan, cukup, dan kurang. Proses tersebut ditunjukkan seperti Gambar 3:



Gambar 3. Flowchart Kombinasi metode *Hierarchical clustering* dan *K-Means clustering*

Tanggal	Lokasi	metode	serial number	Cash In (Rp/hari)
15-Jun-17	Malang Town Square	81252682986	3000 2237 9352	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81252682974	3000 2237 7326	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81252682769	3000 2237 9975	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81252682990	3000 2237 9156	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81252682852	3000 2237 7552	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81252682853	3000 2237 8964	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81252682987	3000 2237 8407	100,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81334944658	3000 2237 5122	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81334944654	3000 2237 6184	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81334944645	3000 2237 4639	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81334944639	3000 2237 4205	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81322002007	3000 2237 4763	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81335215253	3000 2237 4546	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	81334944691	3000 2237 5981	50,000
15-Jun-17	Malang Town Square	8529500444	3000 2237 4704	120000
15-Jun-17	Malang Town Square	8529504611	3000 0725 9695	150000
20-Jun-17	Malang Town Square	81334944785	3000 0721 3660	100000
20-Jun-17	Malang Town Square	8529504998	3000 0721 3824	20000
20-Jun-17	Malang Town Square	8529509097	3000 0725 8144	200000
20-Jun-17	Malang Town Square	81334944613	3000 0721 4927	300000
20-Jun-17	Malang Town Square	81334944615	3000 0721 3482	100000

Gambar 2. Data Sampel

3.2 Proses Clustering

Berikut ini adalah tahapan pengolahan data pada penerapan metode *hierarchical clustering* dan *K-Means clustering* untuk mengelompokkan potensi lokasi penjualan LINKAJA mulai dari start untuk menghitung titik pusat dengan menggunakan *hierarchical clustering* hingga menemukan titik pusat pada tiga kelompok dan di lanjutkan menghitung dengan metode *K-Means* dengan pusat yang telah dihitung sebelumnya, hingga menghasilkan anggota sesuai dengan kelompoknya yaitu kelompok

4. Hasil dan Pengujian
4.1 Hasil

LOG IN

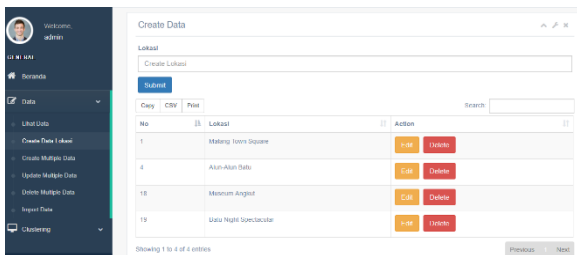
Username

Password

Login

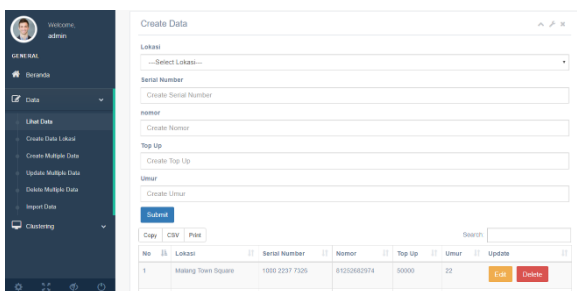
Gambar 4. Tampilan Form Login

Jika didalam form manajemen data lokasi terdapat banyak fitur untuk mengelolah data seperti fungsi *insert*, *update*, *delete* data lokasi penjualan saldo LINKAJA ditunjukkan pada Gambar 5.



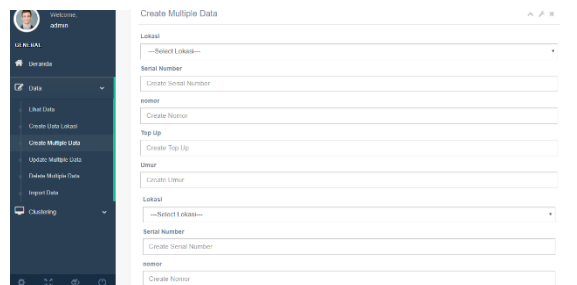
Gambar 5. Form Manajemen Data Lokasi

Jika didalam form manajemen data penjualan saldo LINKAJA terdapat banyak fitur untuk mengelolah data seperti fungsi insert, update, delete data lokasi penjualan saldo LINKAJA ditunjukkan pada Gambar 6.



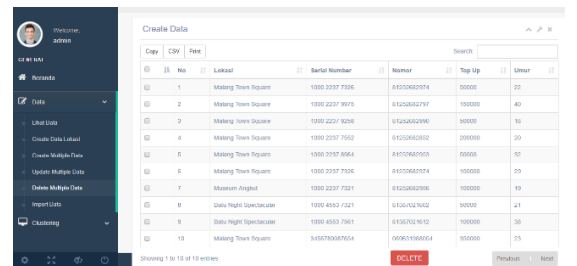
Gambar 6. Form Manajemen Data Penjualan saldo LINKAJA

Form create multiple data digunakan untuk menampilkan lebih banyak secara langsung dan di tunjukkan pada Gambar 7.



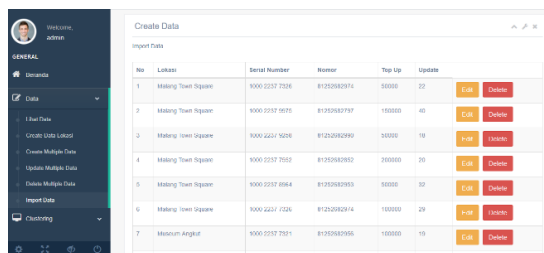
Gambar 7. Create Multiple Data

Halaman delete multiple data adalah halaman untuk menghapus data penjualan saldo LINKAJA secara bersamaan tanpa harus menghapus satu persatu. Ditunjukkan pada Gambar 8.



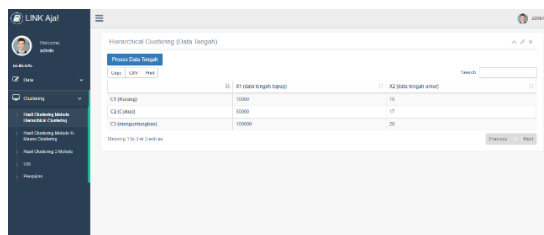
Gambar 8. Delete Multiple Data

Halaman Import Data adalah fasilitas untuk admin dalam menambahkan data dari excel ke database dan menampilkannya ke sistem. Ditunjukkan pada Gambar 9.

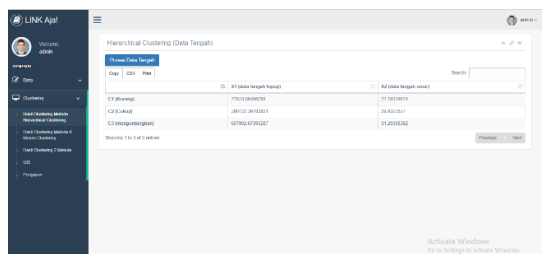


Gambar 9. Import Data

Tampilan Proses Hierarchical Clustering adalah form untuk melihat hasil mencari data tengah untuk dilanjutkan di proses clustering menggunakan metode K-Means. Data tengah untuk data tahun 2017 ditunjukkan pada Gambar 10 dan data tengah untuk data tahun 2018 ditunjukkan pada Gambar 11.

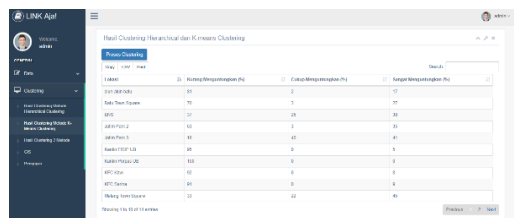


Gambar 10. Tampilan Proses Hierarchical Clustering Data Tahun 2017

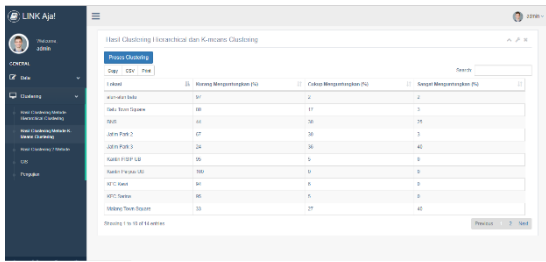


Gambar 11. Tampilan Proses Hierarchical Clustering Data Tahun 2018

Tampilan Proses K-Means Clustering adalah form untuk melihat hasil proses clustering menggunakan metode K-Means. Pada Gambar 12 dan Gambar 13 menunjukkan hasil persentase mulai dari yang kurang, cukup, dan menguntungkan pada setiap lokasi sesuai data yang sudah dilakukan proses clustering.

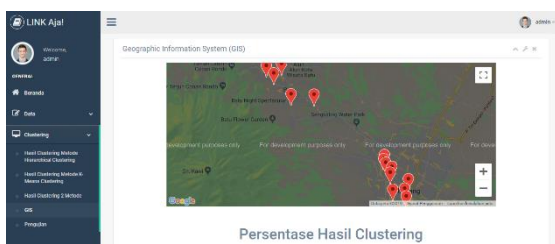


Gambar 12. Tampilan Proses K-Means Clustering Data Tahun 2017



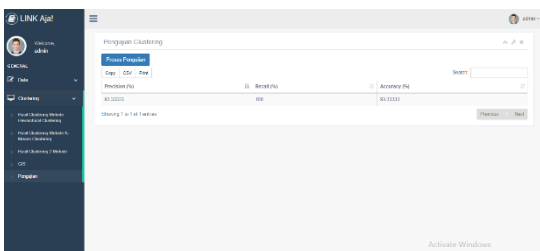
Gambar 13. Tampilan Proses K-Means Clustering Data Tahun 2018

Tampilan *Geographic Information System* disini adalah berisi tentang lokasi tempat penjualan LINKAJA dan persentase menguntungkan, cukup, dan kurang. Ditunjukkan pada Gambar 14.

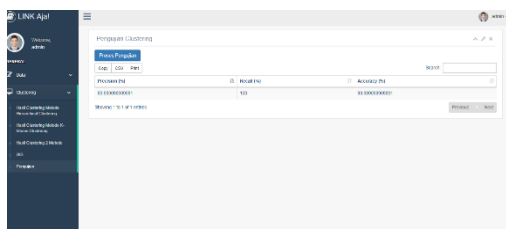


Gambar 14. Tampilan *Geographic Information System*

Tampilan Tampilan Hasil Pengujian adalah form untuk melihat persentase akurasi yang dihasilkan dari sistem ini. Hasil Pengujian untuk data tahun 2017 ditunjukkan pada Gambar 15 dan Hasil Pengujian untuk data tahun 2018 ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 15. Tampilan Hasil Pengujian Data Tahun 2017



Gambar 16. Tampilan Hasil Pengujian Data Tahun 2018

4.2 Pengujian

4.2.1 Pengujian Proses

Pengujian merupakan cara atau teknik untuk menguji perangkat lunak, mempunyai mekanisme

untuk menentukan data uji yang dapat menguji perangkat lunak secara lengkap dan mempunyai kemungkinan tinggi untuk menemukan kesalahan. Berikut ini merupakan pengujian yang dilakukan di dalam system penerapan metode *hierarchical clustering* dan *k-means clustering* untuk mengelompokkan potensi lokasi penjualan LINKAJA.

4.2.2 Pengujian *Black Box*

Pengujian ini dilakukan untuk menemukan fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang, kesalahan *interface*, kesalahan dalam struktur data atau akses database eksternal, kesalahan kinerja, inisialisasi dan kesalahan terminasi.

Pengujian fungsi-fungsi pada penerapan metode *hierarchical clustering* dan *k-means clustering* untuk mengelompokkan potensi lokasi penjualan LINKAJA. Berikut hasil sekenario pengujian fungsionalitas.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsionalitas

No	Pola Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang terjadi	Ket.
1	Melakukan login untuk hak akses admin	Ketika membuka halaman awal website akan menampilkan form login	Ketika membuka halaman awal website akan menampilkan form login	Berhasil
2	Mengisi username dan password	Mengisi username dan password untuk masuk ke hak akses admin, jika salah akan muncul "login gagal"	Mengisi username dan password untuk masuk ke hak akses admin, jika salah akan muncul "login gagal"	Berhasil
3	Melakukan proses manajemen insert data penjualan saldo LINKAJA pada hak akses admin	Melakukan insert manual, multiple insert, dan insert data dari excel pada data penjualan saldo LINKAJA	Jika salah akan melakukan update "data gagal ditambahkan" jika benar	Berhasil

No	Pola Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang terjadi	Ket.
			tampil " data berhasil ditambahkan"	
4	Melakukan proses manajemen update data penjualan LINKAJA pada hak akses admin	Melakukan update manual dan multiple update pada data penjualan saldo LINKAJA	Jika salah akan melakukan update "data gagal diupdate" jika benar tampil " data berhasil diupdate"	Berhasil
5	Melakukan proses manajemen delete data penjualan saldo LINKAJA pada hak akses admin	Melakukan delete manual dan multiple delete pada data penjualan saldo LINKAJA	Jika salah akan melakukan update "data gagal dihapus" jika benar tampil " data berhasil dihapus"	Berhasil
6	Melakukan proses cari di manajemen data	Berhasil menampilkan sesuai apa yang dicari	Berhasil menampilkan sesuai apa yang dicari	Berhasil

4.2.3 Pengujian Akurasi Sistem (Accuracy, Precision, Recall)

Uji coba ini dilakukan untuk menguji tingkat akurasi sistem dengan menghitung persentase data yang sesuai. Setelah dilakukan proses *clustering* dengan menggunakan metode *Hierarchical Clustering* dan *K-means Clustering* selanjutnya dilakukan pelabelan pada setiap cluster mulai dari yang kurang, cukup, dan menguntungkan. Setelah itu untuk mengetahui keberhasilan algoritma dalam proses klasifikasi maka akan dibandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh pakar. Perbandingan tersebut akan dihitung tingkat kebenarannya menggunakan *accuracy*, *precision* dan *recall*.

Dalam pengujian ini menggunakan 1099 data Tahun 2017 dan 1029 data Tahun 2018 penjualan LINK AJA oleh PT. Telekomunikasi Selular. Berikut rincian data yang akan diuji ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 2. Pengujian Data Penjualan LINKAJA Tahun 2017 dan 2018

Data	Pengujian		
	Accuracy	Precision	Recall
2017	93.33%	93.33%	100%
2018	90,909%	90,909%	100%

Berdasarkan rincian data uji pada Table 2 pengujian data pada tahun 2017 diperoleh nilai *accuracy* sebesar 93.33%, nilai *Precision* sebesar 93.33%, dan *Recall* sebesar 100%. Sedangkan pada tahun 2018 diperoleh nilai *accuracy* sebesar 90,909%, nilai *Precision* sebesar 90,909%, dan *Recall* sebesar 100%.

4.2.4 Pengujian Performance

Uji Coba ini dilakukan untuk menguji *performance* dari aplikasi yang telah dibuat dengan menghitung banyak iterasi yang ada di proses *K-Means clustering*. Untuk mengetahui *performance* yang dihasilkan sistem menggunakan metode *Hierarchical Clustering* dan *K-Means Clustering* ini, maka akan dibandingkan banyak iterasi ketika proses *cluster* menggunakan *K-Means* dengan metode *hierarchical clustering* untuk menentukan titik pusat, dan banyak iterasi ketika proses *cluster* menggunakan *k-means* dengan pemilihan titik pusat yang *random*. Berikut hasil pengujian *performance* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Performance

Data	Pengujian Performance	
	Menggunakan Hierarchical	Tanpa Menggunakan Hierarchical
2017	1 iterasi	18 iterasi
2018	1 iterasi	23 iterasi

Berdasarkan rincian hasil pengujian *performance* pada table 6.3 dengan menggunakan data pada tahun 2017 sejumlah 1099 data didapatkan iterasi proses *K-Means clustering* menggunakan *hirarchical clustering* untuk menentukan titik pusat sebanyak 1 iterasi dan banyak iterasi proses *k-means clustering* tanpa menggunakan *hirarchical clustering* sebanyak 18 iterasi. Sedangkan dengan menggunakan data pada tahun 2018 sejumlah 1029 data didapatkan iterasi proses *K-Means clustering* menggunakan *hirarchical clustering* untuk menentukan titik pusat sebanyak 1 iterasi dan banyak iterasi proses *K-Means clustering* tanpa menggunakan *hirarchical clustering* sebanyak 23 iterasi.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang dilakukan mengenai penerapan metode *hierarchical clustering* dan K-Means *clustering* untuk mengelompokkan potensi lokasi penjualan LINKAJA adalah sebagai berikut.

- a. Hasil *clustering* menggunakan metode K-Means *clustering* dengan metode *hierarchical clustering* untuk menentukan titik pusatnya menghasilkan iterasi yang lebih sedikit sehingga mempercepat proses.
- b. Dari hasil pengujian akurasi penerapan metode *hierarchical clustering* dan K-Means *clustering* untuk mengelompokkan potensi lokasi penjualan LINKAJA pada data tahun 2017 lokasi yang menguntungkan adalah Malang Town Square, Jatim Park 3, Batu Night Spectaculer dan lokasi yang cukup adalah Museum Angkut dan lokasi yang kurang adalah Kantin Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya, Kantin Perpustakaan Universitas Brawijaya, Batu Town Square, Universitas Negeri Malang, KFC Kawi, KFC Sarina, Mc Donald Watugong, Mc Donald Kayutangan, Jatim Park 2, Alun – alun Kota Batu. Sedangkan data tahun 2018 lokasi yang menguntungkan adalah Malang Town Square, Jatim Park 3 dan lokasi yang cukup adalah Museum Angkut dan lokasi yang kurang adalah Kantin Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya, Kantin Perpustakaan Universitas Brawijaya, Batu Town Square, Batu Night Spectaculer, Universitas Negeri Malang, KFC Kawi, KFC Sarina, Mc Donald Watugong, Mc Donald Kayutangan, Jatim Park 2, Alun – alun Kota Batu.
- c. Hasil klasterisasi metode *hierarchical clustering* dan K-Means *clustering* untuk mengelompokkan potensi lokasi penjualan linkaja memperoleh tingkat keakurasian system 93,33% pada tahun 2017 dan memperoleh tingkat keakurasian system 90,90% pada tahun 2018 berdasarkan 3 kelompok yang diuji.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian hal yang disarankan yaitu:

- a. Penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi menjadi sistem yang lebih lengkap lagi karena masih banyak data pendukung responden yang dapat dianalisis dari hasil *clustering*.
- b. Sistem disarankan menggunakan *desktop* karena proses *clustering* nya yang lama jika menggunakan php.

Daftar Pustaka:

- B. Santosa. (2007): *Data Mining. Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*, First Edition ed. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Edy Irwansyah, Muhammad Faisal. *Advanced Clustering Teori dan Aplikasi*
- Han, J., Kamber, M., Pei, J. (2012): *Data Mining Concept and Techniques*, 3rd Ed Morgan Kaufmann-Elsevier, Amsterdam
- Kotler, Philip dan Kevin Lane Keller. (2009): *Manajemen Pemasaran. Terjemahan oleh Benyamin Molan*. Edisi Keduabelas. Jilid 1. Jakarta: Indeks
- Kusumadewi dan Purnomo. (2010): *Aplikasi Logika Fuzzy untuk mendukung keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- K. Arai and A. R. Barakbah. (2007): *Hierarchical K-means: an algorithm for centroids initialization for Kmeans*.
- Rismawan, T. (2008): *Aplikasi K-Means Untuk Pengelompokan Mahasiswa*
- Sarwono, Y. T. (n.d.). *Aplikasi Model Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Radial Basis Function Untuk Mendeteksi Kelainan Otak (Stroke Infark)*. Jurnal Sistem Informasi, 34.
- Telekomunikasi Selular. (2017): *Syarat Dan Ketentuan Layanan LINKAJA* [Online] Tersedia: https://www.LinkAja.id/terms_conditions