

PENGELOMPOKAN TINGKAT KERUSAKAN HUTAN MENGUNAKAN METODE KMEANS CLUSTERING

(Studi Kasus: Dinas Kehutanan Kabupaten Bone Bolango)

Oleh

STEVEN MAEGA

T3116027

SKRIPSI



**PROGRAMSARJANA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS ICHSANGORONTALO
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGELOMPOKAN TINGKAT KERUSAKAN HUTAN MENGUNAKAN METODE KMEANS CLUSTERING

(Studi Kasus: Dinas Kehutanan Kabupaten Bone Bolango)

Oleh:

STEVEN MAEGA

T3116027

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat Ujian Akhir guna memperoleh gelar
Sarjana Komputer, ini telah disetujui oleh Tim Pembimbing

Gorontalo, Maret 2023

Menyetujui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Irma Surya Kumala, M.Kom
NIDN: 0921128801

Warid Yunus, M.Kom
NIDN: 0914059001

HALAMAN PENGESAHAN

PENGELOMPOKAN TINGKAT KERUSAKAN HUTAN MENGUNAKAN METODE KMEANS CLUSTERING

(Studi Kasus: Dinas Kehutanan Kabupaten Bone Bolango)

Oleh:
STEVEN MAEGA
T3116027

Diperiksa oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

1. Penguji 1

.....

2. Penguji 2

.....

3. Penguji 3

.....

4. Pembimbing 1

.....

5. Pembimbing 2

.....

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadiran ALLAH S.W.T, karena atas berkat dan Rahmat-nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dapat diselesaikan pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan dan penyempurnaanya.

Pada kesempatan yang sangat berharga ini penulis haturkan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Muhamad Ichsan Gaffar Latjokke, S.E M.Ak, selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak Dr. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Bapak Irvan Abraham Salihi S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.
4. Bapak Sudirman S. Panna, S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.
5. Ibu Irma Surya Kumala, S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan II Bidang Administrasi dan Keuangan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo. Sekaligus sebagai Pembimbing Utama dalam penelitian ini.
6. Bapak Sudirman Melangi S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan III Bidang Kemahasiswaan.
7. Bapak Sudirman S. Panna S.Kom, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.
8. Bapak Warid Yunus, S.Kom, M.Kom, selaku Pembimbing Pendamping dalam Penelitian ini.

9. Bapak-bapak pada Dinas Kehutanan Kabupaten Bone Bolango yang telah membantu penulis dalam menyediakan data.
10. Ayah dan ibu tercinta yang juga telah memberikan doa, motivasi, dan dukungan.
11. Dan semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu penulisan usulan penelitian ini.

Penulis juga menyadari skripsi ini banyak kekurangan baik didalam penyusunan maupun penulisan. Oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penelitian berikutnya.

Akhirnya penulis hanya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua .
Amin

Gorontalo, Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR PERNYATAAN	xiii
DAFTAR ABSTRACT	xiv
DAFTAR ABSTRAK.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masaalah	4
1.3 Rumusan Masaalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Studi	6
2.2 Tinjauan Teori.....	7
2.2.1 <i>Data Mining</i>	7
2.2.2 <i>Clustering</i>	8
2.2.3 <i>K-Means</i>	9
2.2.4 Contoh Penerapan	10
2.2.5 Analisa Sistem	14
2.2.6 Desain Sistem.....	14
2.2.6.1 Usecase Diagram.....	15

2.2.6.2 Class Diagram	16
2.2.6.3 Activity Diagram.....	18
2.2.6.4 Sequence Diagram	19
2.2.7 Pengujian.....	21
2.2.8 Implementasi Sistem.....	22
2.2.9 White Box Testing	22
2.2.10 Black Box Testing.....	26
2.3 Supporting Software	26
2.4 Kerangka Pikir	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek penelitian	28
3.2 Metode penelitian.....	28
3.3 Pemodelan/Abstraksi	29
3.3.1 Pengembangan Model.....	29
3.3.2 Evaluasi Model	30
3.3.3 Proses Pengembangan.....	30
3.3.4 Analisa Sistem	31
3.3.5 Desain Sistem.....	31
3.3.6 Konstruksi Sistem.....	31
3.3.7 Pengujian	31

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data.....	32
4.2 Hasil Pengembangan Sistem.....	35
4.3 Arsitektur Sistem	51
4.4 Mekanisme Sistem	51
4.4.1 Tahap analisis.....	51
4.4.2 Form Login	52
4.4.3 Form Tambah User	52
4.4.4 Form Input Data Periode	53

4.4.5 Form Input Data Kecamatan.....	53
4.4.6 Form Input Data Jenis Hutan.....	53
4.4.7 Form Input Data Kawasan.....	54
4.4.8 Form Proses Cluster.....	54
4.5 Struktur Tabel	55
4.6 Struktur Database	57
4.7 Desain Program	58
4.8 Hasil Pengujian.....	59
4.8.1 Source Code.....	59
4.8.2 Flowchart	61
4.8.3 Flowgraph.....	62
4.8.4 Uji Black Box	64

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan Sistem.....	66
5.1.1 Tampilan Halaman Form Menu Utama	66
5.1.2 Tampilan Menu User	67
5.1.3 Halaman Input Data Periode.....	67
5.1.4 Halaman Data Kecamatan	68
5.1.5 Halaman Input Data Jenis.....	68
5.1.6 Halaman Input Data Kawasan	69
5.1.7 Halaman Proses Cluster/Iterasi.....	69
5.1.8 Halaman Laporan Hasil Cluster	70

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan	71
6.2 Saran	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Proses Knowledge Discoveryin Database (KDD)	7
Gambar 2.2	: Grafik Clustering	8
Gambar 2.3	: <i>Use Case</i> Diagram: <i>Whitten & Bentley</i>	16
Gambar 2.4	: <i>Sequence Diagram</i>	20
Gambar 2.5	: Bagan Alir.....	24
Gambar 2.6	: Flowgraph	24
Gambar 2.7	: Kerangka Pikir	27
Gambar 3.1	: Pengembangan Model.....	29
Gambar 3.2	: Sistem Yang Diusulkan	30
Gambar 4.1	: Proses Perhitungan.....	33
Gambar 4.2	: Grafik Hasil Cluster	34
Gambar 4.3	: Usecase	35
Gambar 4.4	: Activity Login.....	36
Gambar 4.5	: Activity User.....	37
Gambar 4.6	: Activity Periode	38
Gambar 4.7	: Activity Data Kecamatan.....	39
Gambar 4.8	: Activity Data Jenis Hutan	40
Gambar 4.9	: Activity Data Kawasan	41
Gambar 4.10	: Activity Proses Cluster	42
Gambar 4.11	: Sequential Login	43
Gambar 4.12	: Sequential User	44
Gambar 4.13	: Sequential Data Periode.....	45
Gambar 4.14	: Sequential Data Kecamatan	46
Gambar 4.15	: Sequential Data Jenis Hutan	47
Gambar 4.16	: Sequential Data Kawasan	48
Gambar 4.17	: Sequential Dataset/Proses Cluster	49

Gambar 4.18 : Class Diagram.....	50
Gambar 4.19 : Tampilan Menu Utama	51
Gambar 4.20 : Form Login	52
Gambar 4.21 : Form Tambah User	52
Gambar 4.22 : Form Input Data Periode.....	53
Gambar 4.23 : Form Input Data Kecamatan.....	53
Gambar 4.24 : Form Input Data Jenis Hutan	53
Gambar 4.25 : Form Input Data Kawasan	54
Gambar 4.26 : Form Proses Cluster.....	54
Gambar 4.27 : Relasi Tabel	57
Gambar 4.28 : Flowchart	61
Gambar 4.29 : Flowgraph	62
Gambar 5.1 : Form Menu Home.....	66
Gambar 5.2 : Form Menu User.....	67
Gambar 5.3 : Tampilan Menu Tambah Data Periode.....	67
Gambar 5.4 : Tampilan Menu Tambah Data Kecamatan	68
Gambar 5.5 : Tampilan Menu Tambah Data Jenis Hutan	68
Gambar 5.6 : Tampilan Menu Tambah Data Kawasan	69
Gambar 5.7 : Tampilan Menu Input Jumlah Iterasi.....	69
Gambar 5.8 : Tampilan Lap. Hasil Cluster	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	: Luas Temuan Kerusakan Hutan	2
Tabel 2.1	: Penelitian Tentang Clustering	6
Tabel 2.2	: Eksport Minyak Kelapa Sawit Selang Waktu	11
Tabel 2.3	: Hasil Perhitungan Jarak Data Pada Masing-Masing Centroid	12
Tabel 2.4	: Hasil Pengelompokan Data	12
Tabel 2.5	: Centroid Baru	13
Tabel 2.6	: Hasil Pengelompokan Data Baru	13
Tabel 2.7	: Notasi Usecase Diagram	16
Tabel 2.8	: Notasi Class Diagram	18
Tabel 2.9	: Notasi Diagram Activity	19
Tabel 2.10	: Notasi Diagram Sequence	20
Tabel 3.1	: Atribut Data	29
Tabel 4.1	: Mekanisme User	51
Tabel 4.2	: Tabel Data User	55
Tabel 4.3	: Tabel Data Periode	55
Tabel 4.4	: Tabel Data Kecamatan	55
Tabel 4.5	: Tabel Data Jenis Hutan	56
Tabel 4.6	: Tabel Data Kawasan	56
Tabel 4.7	: Tabel Dataset	56
Tabel 4.8	: Hasil Desain Program	58
Tabel 4.9	: Basis Path	63
Tabel 4.10	: Pengujian Black Box	64

PERNYATAAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis (Skripsi) saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis (Skripsi) saya ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis (Skripsi) saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan/sitasi dalam naskah dan dicantumkan pula dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma-norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

Gorontalo, 16 Maret 2023

Yang Membuat Pernyataan,

Steven Maega

ABSTRACT

STEVEN MAEGA T3116027 CLASSIFICATION OF FOREST DESTRUCTION USING KMEANS CLUSTERING METHOD (Case Study: Forest Service of Bone Bolango District)

Encroachment by burning the forest is one of the traditional ways carried out by the people of Bone Bolango, this is done with the aim of clearing land for plantations such as corn, peanuts and so on. Illegal logging, opening of traditional gold mines and frequent fires exacerbate forest conditions. As a result, when the rainy season arrives, floods cannot be stopped. Of course this cannot be allowed to drag on, the Bone Bolango Regency Government through the Forestry Service certainly needs an application system that can immediately classify forest damage so that further handling can be carried out such as reforestation and so on. The K-Means cluster method is capable of classifying the level of forest destruction, so that it can become a reference for the Forestry and Mining Service of Bone Bolango Regency in making decisions quickly and accurately. Based on the results of research using the K Means Clustering method for clustering forest damage in 2022 with a number of iterations of 3 it was obtained for C1 with a high amount of damage of 12 Villages, while for C2 with a moderate amount of damage there was 1 Village and for C3 damage with a low amount of damage there was none or 0. This is reinforced by system testing using the white box testing method, the value $V(G) = CC = 8$. Likewise, the grouping system that has been created can be used at the District Forestry Service. Bolango Bones.

Keywords: K-Means Clustering, Forest Damage, White Box Testing

ABSTRAK

STEVEN MAEGA T3116027 PENGELOMPOKAN TINGKAT KERUSAKAN HUTAN MENGGUNAKAN METODE KMEANS CLUSTERING (Studi Kasus: Dinas Kehutanan Kab. Bone Bolango)

Perambahan dengan cara membakar hutan merupakan salah satu cara tradisional yang dilakukan oleh masyarakat Bone Bolango, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk membuka lahan perkebunan seperti jagung, kacang tanah dan sebagainya. Penebangan liar, pembukaan tambang emas tradisional serta seringnya terjadi kebakaran memperparah kondisi hutan. Akibatnya ketika musim hujan tiba, bencana banjir tidak dapat terbandung. Tentunya hal tersebut tidak dapat dibiarkan berlarut-larut, Pemerintah Kabupaten Bone Bolango melalui Dinas Kehutanan tentunya memerlukan suatu sistem aplikasi yang dapat dengan segera mengelompokkan kerusakan hutan tersebut agar dapat dilakukan penanganan selanjutnya seperti reboisasi dan sebagainya. Metode *K-Means cluster* yang mampu memberikan pengelompokan tingkat kerusakan hutan, sehingga dapat menjadi referensi bagi Dinas Kehutanan dan pertambangan Kabupaten Bone Bolango dalam membuat keputusan secara cepat dan tepat. Berdasarkan hasil penelitian dengan penggunaan metode KMeans Clustering untuk klasterisasi kerusakan hutan pada tahun 2022 dengan jumlah iterasi 3 diperoleh untuk C1 dengan jumlah kerusakan tinggi sebesar 12 Desa, sedangkan untuk C2 dengan jumlah kerusakan sedang sebanyak 1 Desa dan untuk kerusakan C3 dengan jumlah kerusakan rendah tidak ada atau 0. Hal ini diperkuat dengan uji sistem dengan menggunakan metode white box testing didapatkan nilai $V(G) = CC = 8$. Dengan demikian sistem pengelompokan yang sudah dibuat dapat digunakan pada Dinas Kehutanan Kab. Bone Bolango.

Kata kunci: *K-Means Clustering*, Kerusakan Hutan, *White Box*.

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Hutan merupakan suatu daerah dimana didalamnya terdapat sejumlah tumbuhan lebat yang berisi antara lain pohon, semak, paku-pakuan, rumput, jamur dan lain sebagainya dan mendiami sejumlah daerah yang cukup luas. Hutan berfungsi sebagai penyaring karbon dioksida (*carbon dioxide sink*), habitat hewan, modulator arus hidrologika, dan pelestari tanah serta merupakan salah satu aspek biosfer bumi yang paling penting [1].

Kerusakan sumber daya hutan mengakibatkan penurunan kemampuan fungsi hutan dalam mendukung segala aspek kehidupan. Perubahan alih fungsi hutan yang secara mendasar berakibatkan mulai turunnya jumlah hutan di lokasi tersebut, berkurangnya sumber mata air, tererosinya lapisan tanah yang subur, timbulnya longsor, pendangkalan sungai dan pada akhirnya membawa dampak perubahan ke arah lahan kritis [2]. Faktor yang mengakibatkan terjadinya tingkat kekritisan hutan, salah satunya adalah pertumbuhan penduduk yang begitu cepat, serta aktivitas pembangunan dalam berbagai bidang tentu saja akan menyebabkan ikut meningkatnya permintaan akan lahan. Permintaan akan lahan tersebut terus bertambah, sedangkan lahan yang tersedia jumlahnya terbatas [3]. Perambahan dengan cara membakar hutan merupakan salah satu cara tradisional yang dilakukan oleh masyarakat Bone Bolango, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk membuka lahan perkebunan seperti jagung, kacang tanah dan sebagainya. Penebangan liar, pembukaan tambang emas tradisional serta seringnya terjadi kebakaran memperparah kondisi hutan. Akibatnya ketika musim hujan tiba, bencana banjir tidak dapat terbendung, hingga mencapai Kota Gorontalo, sebab sungai bermuara di Kota Gorontalo. Timbulnya bencana longsor dimana-mana yang menyebabkan kerugian materi bahkan mengakibatkan kehilangan nyawa seperti yang terjadi diawal tahun 2021 tepatnya di desa mamungaa timur kecamatan Bone.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Kehutanan dan pertambangan Kabupaten Bone Bolango, dari 18 kecamatan total lahan hutan yang masih tersisa berjumlah 188.174.91 Ha. Jumlah ini diperkirakan akan terus tergerus atau semakin berkurang yang diakibatkan oleh bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitas perambahan hutan dan pembangunan. Berikut data temuan luas kerusakan hutan di Kabupaten Bone Bolango tahun 2020:

Table 1.1. Luas Temuan Kerusakan Hutan Kab. Bone Bolango

Kawasan Hutan	Kecamatan	Jenis Hutan	Kebakaran	Penebangan	Perambahan
Desa Kemiri	Bone Pantai	Hutan Produksi	120	12	12
Desa Taludaa	Bone	Hutan Produksi	400	34	4
Desa Longalo	Bulango Utara	Hutan Produksi	56	45	23
Desa Tulabolo	Suwawa Timur	Hutan Produksi	87	76	32
Desa Pilolaheya	Bulango Ulu	Hutan Produksi Tetap	300	45	5
Desa Monano	Bone	Hutan Produksi Tetap	54	80	45
Desa Inomata	Bone Raya	Hutan Produksi Tetap	67	60	56
Desa Pelita Hijau	Bone Pantai		23	56	40
Desa Pancuran	Suwawa Selatan	Hutan Produksi Tetap	12	12	34
Desa Mamungaa	Bulawa		98	8	21
Desa Tupa	Bulango Utara	Taman Nasional	122	67	0
Desa Bondauna	Suwawa Selatan	Taman Nasional	98	50	12
Desa Mongiilo	Bulango Ulu	Taman Nasional	76	65	34

Sumber: Dinas Kehutanan dan Pertambangan Kab. Bone Bolango 2020

Berdasarkan data diatas dapat dilihat jumlah luas kerusakan hutan yang terjadi dapat dikatakan sangat mengkhawatirkan. Data kerusakan tersebut yang berhasil ditemukan dan belum termasuk yang tidak ditemukan oleh petugas patroli kewanan hutan, sehingga keberadaan hutan tersebut sangat terancam oleh aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat Kabupaten Bone Bolango itu sendiri. Maraknya pembangunan baik dari sektor hunian, pembukaan area pertanian dan perkebunan, usaha dan perdagangan dan sebagainya, akan mengurangi jumlah wilayah hutan itu sendiri. Oleh karenanya Dinas Kehutanan dan pertambangan Kabupaten Bone Bolango sangat memerlukan data yang akurat terhadap data kerusakan hutan yang terjadi setiap saat. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan penggunaan metode *K-Means cluster* yang mampu memberikan pengelompokan tingkat kerusakan hutan, sehingga dapat menjadi referensi bagi Dinas Kehutanan dan pertambangan Kabupaten Bone Bolango dalam membuat keputusan secara cepat dan tepat. Pada penelitian ini akan di kelompokkan dalam 3 *cluster*, dimana *cluster* pertama merupakan tingkat kerusakan rendah, *cluster* kedua tingkat kerusakan sedang dan *cluster* ketiga yaitu tingkat kerusakan tinggi.

Berikut salah satu kajian ilmiah mengenai *Clustering*, Muhammad Farid Fahmi dan Yoyon K. Suprpto, 2015 [4] dengan judul Implementasi Algoritma K-Means Clustering dalam Penentuan Prioritas Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai. Hasil yang didapatkan yaitu *Cluster 0* merupakan kelompok DAS dengan tingkat kekritisasi lahan paling tinggi karena nilai rata-rata dari semua parameter DAS di *cluster 0* dibawah rata rata dari semua *cluster* yaitu penutupan lahan 2,037, Kelerengan 1,9811, Tingkat Erosi 2.1509, tingkat Produktivitas 2,9151 dan Manajemen 3 sehingga DAS yang ada di kelompok 0 merupakan DAS yang menjadi prioritas untuk dilakukan rehabilitasi.

Selaras dengan ulasan diatas, sehingga saya mengusulkan judul penelitian **“Pengelompokan Tingkat Kerusakan Hutan Menggunakan Metode K-Means Clustering”**. Studi Kasus Dinas Kehutanan dan Pertambangan Kabupaten Bone Bolango.

1. 2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka identifikasi masalahnya adalah:

1. Semakin meningkatnya aktivitas perambahan dan penebangan liar yang dilakukan oleh masyarakat Kabupaten Bone Bolango.
2. Tingginya tingkat bencana banjir dan longsor yang terjadi setiap tahunnya.

1. 3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka permasalahannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana ketepatan Implementasi Data Mining dengan algoritma K-Means Clustering untuk pengelompokan tingkat kerusakan hutan di Kabupaten Bone Bolango?
2. Bagaimana Hasil Klusterisasi menggunakan algoritma K-Means dalam pengelompokan tingkat kerusakan hutan di Kabupaten Bone Bolango?

1. 4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan Rumusan permasalahan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui ketepatan Implementasi algoritma K-Means Clustering dalam pengelompokan tingkat kerusakan hutan di Kabupaten Bone Bolango.
2. Untuk mengetahui Hasil Klusterisasi menggunakan algoritma K-Means dalam pengelompokan tingkat kerusakan hutan di Kabupaten Bone Bolango.

1. 5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat, yaitu:

1. Teoritis.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi pengembangan ilmu pengetahuan bidang kajian data mining tentang kemampuan algoritma K-Means Clustering dalam pengelompokan tingkat kerusakan hutan.

2. Praktisi

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai salah satu alternatif atau masukan kepada instansi terkait guna mendukung dalam pengambilan keputusan dalam pengelompokan khususnya pada pengelompokan tingkat kerusakan hutan di Kabupaten Bone Bolango.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Studi

Clustering menggunakan K-Means merupakan bidang penelitian yang telah banyak dikembangkan saat ini. Berikut penelitian terkait yang menjadi referensi.

Tabel 2.1. Penelitian Tentang Clustering

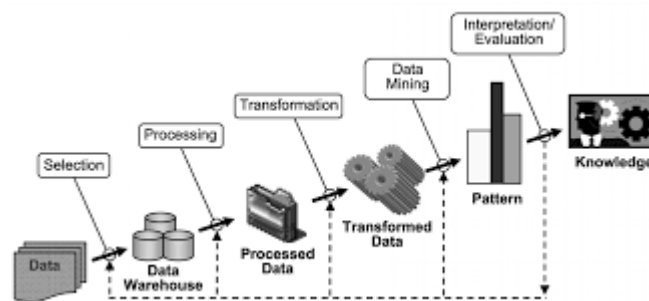
Pengarang	Judul	Hasil
Hapita Artatia dan RB Fajria Hakim, 2015 [5].	Pengemlompokan dampak gempa bumi dari segi kerusakan fasilitas pada Provinsi yang berpotensi gempa di Indonesia menggunakan K-Means Clustering	<i>Cluster</i> 1 gempa hanya berdampak pada rumah baik rusak berat maupun rusak ringan, fasilitas kesehatan dan fasilitas pendidikan. Sedangkan <i>cluster</i> 2 tidak memperlihatkan dampak gempa yang terlalu signifikan. <i>Cluster</i> ke 3, dampak gempa terlihat begitu kontras antar atribut yakni cluster 3 lebih condong berdampak pada kerusakan lahan dan kerusakan jalan yang begitu tinggi dibandingkan dengan kerusakan fasilitas lainnya.
Siti Hajar dkk, 2020. [6]	Penerapan K-Means clustering pada ekspor minyak kelapa sawit menurut negara tujuan.	1 negara cluster tingkat ekspor tinggi yakni India dan 9 negara <i>cluster</i> tingkat ekspor rendah yakni Tiongkok, Singapura, Malaysia, Pakistan, Bangladesh, Sri Lanka, Mesir, Belanda, dan Jerman. Hal ini dapat menjadi masukan kepada pemerintah, negara yang menjadi prioritas tertinggi pada kegiatan ekspor minyak kelapa sawit berdasarkan klaster yang telah dilakukan.

Siti Asmiatun dan Nur Wakhidah, 2018. [7]	Identifikasi Pengelompokan Kondisi Permukaan Jalan menggunakan Algoritma KMeans.	Pada penelitian ini menggunakan aplikasi <i>Accelerometer</i> yang berfungsi untuk pengambilan data. Sedangkan untuk pengelompokan data menggunakan algoritma <i>K-Means</i> . Hasil data yang diperoleh sejumlah 2014 titik jalan yang rusak telah dikelompokkan menjadi 7 kecamatan dengan hasil kecamatan Gayamsari merupakan daerah paling rawan rusak.
---	--	---

2.2. Tinjauan Teori

2.2.1. Data Mining

Data mining adalah aktivitas yang menggambarkan sebuah proses analisis yang terjadi secara iteratif pada data base yang besar, dengan tujuan mengekstrak informasi dan *knowledge* yang akurat dan berpotensi berguna untuk *knowledge workers* yang berhubungan dengan pengambilan keputusan dan pemecahan masalah [8].



Gambar 2.1:Proses *Knowledge Discovery in Database* (KDD)
(Sumber: Prasetyo, [8]).

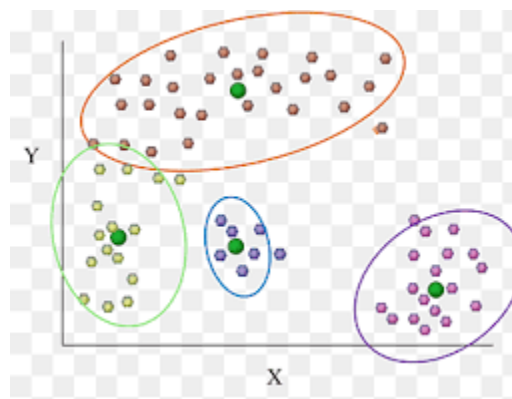
2.2.2. Clustering

Clustering adalah metode yang digunakan dalam data mining yang cara kerjanya mencari dan mengklompokkan data yang mempunyai kemiripan karakteristik antara data satu dengan data lainnya yang telah diperoleh. Ciri khas dari teknik data mining ini adalah mempunyai sifat tanpa arahan (*unsupervised*), yang dimaksud adalah teknik ini diterapkankan tanpa perlunya data *training* dan tanpa ada *teacher* serta tidak memerlukan target *output* [9].

Clustering atau pengklasteran adalah suatu teknik data mining yang digunakan untuk menganalisis data untuk memecahkan permasalahan dalam pengelompokkan data atau lebih tepatnya mempartisi dari dataset ke dalam subset. Pada teknik *clustering* targetnya adalah untuk kasus pendistribusian (objek, orang, peristiwa dan lainnya) ke dalam suatu kelompok, hingga derajat tingkat keterhubungan antar anggota *cluster* yang sama adalah kuat dan lemah antara anggota *cluster* yang berbeda [10].

Pada proses analisis *cluster* metode yang digunakan untuk membagi data menjadi subset data berdasarkan kesamaan atau kemiripan yang telah ditentukan sebelumnya. Jadi analisis *cluster* secara umum dapat dikatakan bahwa [10]:

- a. Data yang terdapat dalam satu *cluster* memiliki tingkat kesamaan yang tinggi, dan,
- b. Data yang terdapat dalam suatu *cluster* yang berbeda memiliki tingkat kesamaan yang rendah.



Gambar 2.2. Grafik *Clustering*

Sumber: Susanto, S. and Suryadi, D [10]

2.2.3. K-Means

K-Means merupakan suatu algoritma yang digunakan dalam pengelompokkan secara pertisi yang memisahkan data ke dalam kelompok yang berbeda-beda. Algoritma ini mampu meminimalkan jarak antara data ke *clusternya*. Pada dasarnya penggunaan algoritma ini dalam proses *clustering* tergantung pada data yang didapatkan dan konklusi yang ingin dicapai di akhir proses [11].

Sehingga dalam penggunaan algoritma kmeans terdapat aturan sebagai berikut:

- a. Berapa jumlah *cluster* yang perlu dimasukkan
- b. Hanya memiliki atribut bertipe numeric

Algoritma K-Means pada dasarnya melakukan 2 proses yakni proses pendeteksian lokasi pusat *cluster* dan proses pencarian anggota dari tiap-tiap *cluster*. Proses *clustering* dimulai dengan mengidentifikasi data yang akan di *cluster*, X_{ij} ($i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, m$) dengan n adalah jumlah data yang akan dikluster dan m adalah jumlah variabel. Pada awal iterasi, pusat setiap *cluster* ditetapkan secara bebas (sembarang), C_{kj} ($k = 1, \dots, k$; $j = 1, \dots, m$). Kemudian dihitung jarak antara setiap data dengan setiap pusat *cluster*. Untuk melakukan penghitungan jarak data ke- i (x_i) pada pusat *cluster* ke- k (ck), diberi nama (d_{ik}), dapat digunakan formula *Euclidean*. Suatu data akan menjadi anggota dari *cluster* ke- k apabila jarak data tersebut ke pusat *cluster* ke- k bernilai paling kecil jika dibandingkan dengan jarak kepusat *cluster* lain [12].

Berikut tahapan algoritma K-Means:

1. Penentuan banyaknya *cluster* yang diinginkan serta pilih pusat *cluster* k .
2. Hitung setiap data ke pusat *cluster* menggunakan jarak *Euclidean*.

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_j^m (C_{ij} - C_{kj})^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

3. Gabungkan setiap item kedalam *cluster* yang berjarak yang paling pendek dengan persamaan:

$$\min \sum_k^k = d_{ik} = \sqrt{\sum_j^m (C_{ij}C_{kj})^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

4. Hitung pusat *cluster* yang baru menggunakan persamaan

$$C_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^p X_{ij}}{p} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan:

$X_{ij} \in \text{cluster ke-}k$

p = banyaknya anggota *cluster* ke- k

Ulangi langkah dua sampai dengan empat sehingga sudah tidak ada lagi data yang berpindah ke *cluster* yang lain

2.2.4. Contoh Penerapan

Penelitian yang dilakukan oleh Asril Andi Novayanti dkk, 2020 [6]. Data uji coba terdiri atas 10 negara, kemudian data dikelompokkan menjadi 3 seperti langkah langkah berikut ini:

1. Dalam penelitian ini jumlah *Cluster* yang akan digunakan adalah sebanyak 3.
2. Menentukan *Centroid* awal, *Centroid* awal diperoleh secara acak. *Centroid* awal merupakan titik pusat *Cluster* pertama. *Centroid* data awal dari penelitian ini adalah:

$$C1 = (5290,9)$$

$$C2 = (12,7)$$

Tabel 2.2.Ekspor Minyak Kelapa Sawit Selang Tahun 2010-2015

Negara Tujuan	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Berat Bersih (Ton)						
Tiongkok	2174,40	2032,80	2842,10	2343,40	2357,30	3629,60
Singapura	496,8	737,2	952,1	844	789,1	782
Malaysia	1489,70	1532,60	1412,30	514,30	566,10	1200,10
India	5290,90	4980,00	5253,80	5634,10	4867,80	5737,70
Pakistan	90,30	279,20	749,10	1080,30	1814,80	2318,40
Banglades	771,20	804,90	743,50	655,40	1043,00	1132,00
Sri Langka	12,70	25,40	10,80	29,40	38,90	50,00
Mesir	488,70	790,40	494,10	735,50	1010,30	1137,80
Belanda	1197,30	873,00	1358,30	1361,40	1218,90	1213,70
Jerman	379,30	263,60	219,50	283,10	186,50	229,30

Sumber: Asril Andi Novayanti dkk, 2020

3. Menghitung jarak setiap data yang ada terhadap setiap pusat *Cluster*:

a. Jarak antara data berat pertama dengan pusat *Cluster* pertama

$$\begin{aligned}
 C1 = & \sqrt{(2174,40 - 5290,9)^2 + (2032,80 - 5290,9)^2} \\
 & + (2842,10 - 5290,9)^2 + (2343,40 - 5290,9)^2 \\
 & + (2357,30 - 5290,9)^2 + (3629,60 - 5290,9)^2
 \end{aligned}$$

b. Jarak Antara data berat pertama dengan pusat *Cluster* ke dua

$$\begin{aligned}
 C2 = & \sqrt{(2174,40 - 12,7)^2 + (2032,80 - 12,7)^2 + (2842,10 - 12,7)^2} \\
 & + (2343,40 - 12,7)^2 + 12,7 + (3629,60 - 12,7)^2
 \end{aligned}$$

Adapun hasil dari perhitungan dari keseluruhan data terhadap tiap pusat *Cluster* awal disajikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Hasil perhitungan jarak data pada masing-masing centroid

C1	C2
6766.66313	6345.2332
10547.8525	1903.3904
9985.61788	2872.835
830.1	12921.708
9533.58139	3165.3394
10102.2147	1937.4621
11896.4628	483.3
10317.8392	2292.0559
9488.79566	2585.7456
11603.483	4830.7344

4. Pengelompokan data *cluster***Tabel 2.4.** Hasil pengelompokan data

C1	C2	C1	C2
6766.66313	6345.2332		1
10547.8525	1903.3904		1
9985.61788	2872.835		1
830.1	12921.708	1	
9533.58139	3165.3394		1
10102.2147	1937.4621		1
11896.4628	483.3		1
10317.8392	2292.0559		1
9488.79566	2585.7456		1
11603.483	4830.7344		1

5. Hitung pusat *cluster* yang baru

Tabel 2.5. Centroid baru

C1	C2
6766.66313	3843.46137
11033.8387	747.776679
10314.6573	1141.60297
0	10457.7183
10544.2637	1734.67109
11223.7111	1444.03827
12733.2731	2309.19168
10761.8041	329.542935
10535.6903	1380.36278
11289.3474	3753.10873

Setelah didapat titik pusat baru dari tiap *Cluster*, hitung kembali data dengan pusat *Cluster* yang baru ulangi sampai didapat pola terakhir yang sudah tidak berpindah, dalam penelitian ini. Data dihitung ulang sampai iterasi ke 2, dimana sateiap *Cluster* tidak berubah lagi dan tidak ada lagi data yang berpindah dari satu *Cluster* ke *Cluster* lainnya.

6. Menghitung jarak data ke *Centroid* yang baru untuk iterasi berikutnya

Tabel 2.6. Hasil pengelompokan data

[illegible]

Data yang dikelompokkan pada *Cluster* 1 berjumlah 1 data, di *Cluster* 2 berjumlah 9 data. Jika hasil antara iterasi sudah sama dengan iterasi sebelumnya, maka dapat dikatakan hasil penelitian telah selesai.

2.2.5. Analisa Sistem

“*System analysis* adalah *study* domain masalah bisnis untuk merekomendasikan perbaikan dan menspesifikasi persyaratan dan prioritas bisnis untuk solusi” [13].

Berikut adalah tahapan pengerjaannya:

1. Mencari tahu inti persoalan.

Mengidentifikasi (mengenai) masalah merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam tahap analisis sistem. Masalah (*problems*) dapat didefinisikan sebagai suatu pertanyaan yang diinginkan untuk dipecahkan. Tahap indentifikasi sebagai suatu pertanyaan yang diinginkan untuk dipecahkan. Tahap identifikasi masalah sangat penting karena akan menentukan keberhasilan pada langkah-langkah selanjutnya.

2. Pemahaman terhadap kinerja sistem.

Langkah kedua dari tahap analisis sistem adalah memahami kerja dari sistem yang ada. Langkah ini dapat dilakukan dengan mempelajari operasi dari sistem ini diperlukan data yang dapat diperoleh dengan cara melakukan penelitian.

3. Menganalisa kinerja tanpa laporan.

Langkah ini dilakukan berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

4. Membuat laporan dari hasil pekerjaan.

2.2.6. Desain Sistem

Menurut Whitten & Bentley (2007:371), *Unified Modeling Language* (UML) adalah sebuah bahasa pemodelan yang digunakan untuk menentukan atau mendeskripsikan sebuah sistem *software* berdasarkan objek-objek yang ada di sistem tersebut. UML tidak menentukan metode apa yang harus digunakan dalam

mengembangkan suatu sistem, namun hanya menentukan notasi-notasi standar yang biasa digunakan untuk *object modeling* [14].

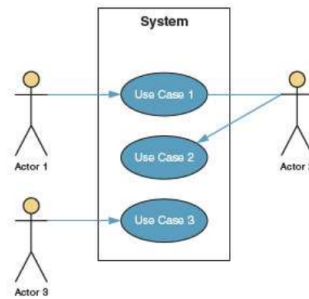
Dengan menggunakan UML kita dapat membuat model untuk semua jenis aplikasi piranti lunak, dimana aplikasi tersebut dapat berjalan pada piranti keras, sistem operasi dan jaringan apapun, serta ditulis dalam bahasa pemrograman apapun. Tetapi karena UML juga menggunakan *class* dan *operation* dalam konsep dasarnya, maka ia lebih cocok untuk penulisan piranti lunak dalam bahasa berorientasi objek seperti C++, Java, C# atau VB.NET. Walaupun demikian, UML tetap dapat digunakan untuk modeling aplikasi prosedural dalam VB atau C [15].

2.2.6.1. Use Case Diagram

Menurut Whitten & Bentley (2007:246) *Use-case diagram* adalah sebuah diagram yang mendeskripsikan interaksi antara sistem dengan bagian eksternal dari sistem serta dengan *user*. Secara grafis, *Use-case diagram* ini mendeskripsikan siapa yang akan menggunakan sistem yang ada dan bagaimana ekspektasi *user* saat berinteraksi dengan sistem tersebut [14].

Use case diagram memiliki unsur yang harus dipenuhi, yaitu:

- a. *Use Cases*, yaitu sekumpulan fungsi yang terdapat dalam sistem dimana fungsi-fungsi tersebut dapat dilakukan oleh *actor* (*user*) untuk melakukan pekerjaannya dengan sistem yang ada.
- b. *Actors*, yaitu segala sesuatu yang berinteraksi dengan sistem untuk bertukar informasi, baik *user* maupun sistem dari luar.
- c. *Relationships*, yaitu garis yang menghubungkan antara *actors* dengan *use cases* yang dapat menggambarkan hubungan antara *actors* dengan *use cases* itu sendiri.



Gambar 2.3. *Use Case Diagram: Whitten & Bentley (2007:246) [14].*

Tabel 2.7. Notasi *Use Case Diagram*

Nama Komponen	Keterangan	Simbol
<i>Use Case</i>	<i>Use case</i> digambarkan sebagai lingkaran elips dengan nama <i>use case</i> dituliskan di dalam elips tersebut	
<i>Actor</i>	<i>Actor</i> adalah pengguna sistem. <i>Actor</i> tidak terbatas hanya manusia saja, jika sebuah sistem berkomunikasi dengan aplikasi lain dan membutuhkan <i>input</i> atau memberikan <i>output</i> , maka aplikasi tersebut juga dianggap sebagai <i>actor</i>	
<i>Association</i>	Asosiasi digunakan untuk menghubungkan <i>actor</i> dengan <i>use case</i> . Asosiasi digambarkan dengan sebuah garis yang menghubungkan antara <i>Use case name</i> <i>actor</i> dengan <i>use case</i>	

(Sumber: Whitten & Bentley, 2007:246) [14]

2.2.6.2. Class Diagram

Menurut Whitten & Bentley (2007:382), *class diagram* adalah sebuah diagram menggambarkan struktur objek dari sistem yang ada, dimana *class diagram* ini memperlihatkan *object class* yang menyusun diagram ini beserta hubungan antara *object class* tersebut [14].

Menurut Whitten & Bentley (2007:400-405), Terdapat beberapa tahap pembentukan *class diagram*, antara lain [14]:

1. Mengidentifikasi asosiasi dan keberagaman dari *class* yang ada dari objek.

Pada tahapan ini, kita akan mengidentifikasi asosiasi yang ada dari *class object* yang ada. Asosiasi yang dimaksud di sini adalah mengenai informasi apa yang perlu diketahui antara sebuah objek dengan objek lainnya.

2. Mengidentifikasi hubungan yang general dan hubungan khusus atas *class*.

Setelah kita mengetahui asosiasi dan keberagaman dari *class* yang ada, kita perlu mengetahui apakah hubungan antar *class* tersebut termasuk hubungan umum atau hubungan khusus. Hubungan umum atau khusus yang dimaksud di sini adalah klasifikasi dari sebuah hierarki, sebuah hubungan berdasarkan *supertype class* (*abstract / parent*) dan *subtype class* (*concrete / child*).

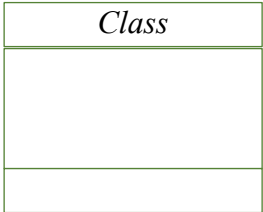
3. Mengidentifikasi hubungan agregasi / komposisi dari suatu *class*.

Pada tahap ini, kita harus menentukan apakah ada hubungan agregasi / komposisi yang terjadi antar *class* yang ada. Hubungan agregasi yang dimaksud adalah jenis hubungan yang unik dari suatu objek yang merupakan bagian dari objek tertentu.

4. Menyiapkan *class diagram* itu sendiri.

Pada tahap ini, kita menyusun *class diagram* berdasarkan informasi mengenai hubungan antar *class* yang ada, baik hubungan asosiasi, hubungan general / khusus, maupun hubungan agregasi yang terjadi antar *class* tersebut.

Tabel 2.8. Notasi Class Diagram

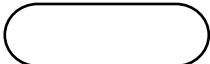
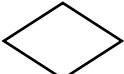
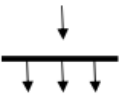
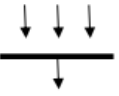
Symbol	Penjelasan
	<i>Class:</i> Deskripsi dari objek terbagi atas 3 bagian, yaitu nama <i>class</i> pada bagian atas, atribut pada bagian tengah dan operasi pada bagian bawah.
	<i>Aggregation:</i> Bentuk spesial dari hubungan asosiasi yang memiliki hubungan secara spesifik antar kumpulan dan sebuah bagian. Agregasi digambarkan dengan wajik tidak berisi.
	<i>Association:</i> Menggambarkan hubungan terstruktur antar <i>class</i> yang saling berelasi.
	<i>Generalization:</i> Relasi yang memperhatikan suatu kelas dapat lebih general atau lebih spesifik dari kelas lainnya.
<i>Contains</i> 	<i>Multiplicity:</i> Menggambarkan jumlah objek yang berpartisipasi dalam hubungan antar <i>class</i>.

(Sumber: Whitten & Bentley, 2007:406) [14]

2.2.6.3. Activity Class

Menurut Whitten & Bentley (2007:394), *activity diagram* adalah sebuah diagram yang bisa digunakan untuk menggambarkan secara grafis alur dari sebuah proses bisnis, langkah-langkah dari sebuah *use-case*, atau logika dari sebuah objek. *Activity diagram* sangat berguna untuk model *action* yang akan dikerjakan ketika sebuah operasi dieksekusi serta hasil dari *action* tersebut [14].

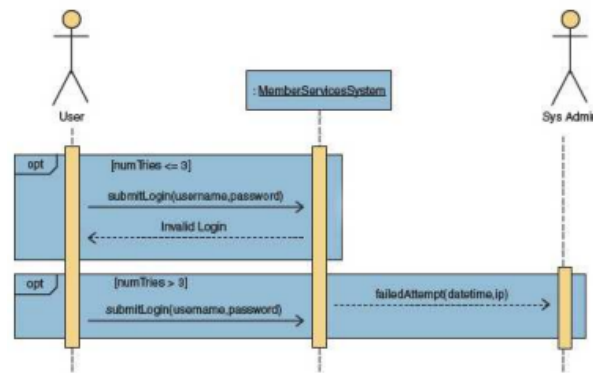
Tabel 2.9. Notasi Diagram Activity

Komponen	Simbol	Penjelasan
<i>Initial Node</i>		Merupakan awal dari proses.
<i>Action</i>		Merupakan langkah-langkah individu yang membentuk aktivitas total yang ditunjukkan melalui diagram.
<i>Flow</i>		Menunjukkan perkembangan tindakan.
<i>Decission</i>		Menunjukkan kegiatan pemilihan yang menghasilkan keputusan.
<i>Fork</i>		Menunjukkan tindakan dilakukan secara bersamaan.
<i>Join</i>		Menandakan akhir dan penggabungan proses yang berlangsung bersamaan.
<i>Activity Final</i>		Merupakan akhir dari proses.

(Sumber: Whitten & Bentley, 2007:392) [22]

2.2.6.4. Sequence Diagram

Untuk menginterpretasikan hubungan antara pengguna dan aplikasi yang akan dibangun pada cerita *use case* [14].



Gambar 2.4.Sequence Diagram: (Whitten & Bentley, 2007:396) [14].

Tabel 2.10. Notasi *Diagram Sequence*

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Object Lifeline</i>	Menyatakan kehidupan suatu objek.
	<i>Actor</i>	Orang atau divisi yang terlibat dalam suatu sistem.
	<i>Message</i>	Menyatakan arah tujuan antara <i>Object Lifeline</i> .
	<i>Message (return)</i>	Menyatakan arah kembali dalam 1 <i>Object Lifeline</i> .
	<i>Message (return)</i>	Menyatakan arah kembali antara <i>Object Lifeline</i> .
	<i>Activation</i>	Menyatakan objek dalam keadaan aktif dan berinteraksi.

(Sumber: Whitten & Bentley, 2007:396) [14]

2.2.7. Pengujian

Pada pendekatan berorientasi objek, pengujian merupakan suatu persoalan yang lebih kompleks dibanding dengan pendekatan konvensional, karena keberadaan pewarisan, *polymorphism*, dan pengkapsulan pada pengembangan sistem berorientasi objek menimbulkan suatu persoalan yang baru untuk perancangan kasus pengujian dan analisis hasil.

Hariyanto [16] mengungkapkan bahwa: fitur-fitur berikut berpengaruh dalam teknik-teknik pengujian yang perlu dilakukan:

- Pengkapsulan (*encapsulation*)
- Penyusunan objek-objek (*object composition*)
- Pewarisan (*inheritance*)
- Interaksi (*interaction*)
- *Polymorphism*
- Pengikatan dinamis (*dynamic binding*)
- Guna ulang (*reuse*)
- *Genericity* dan kelas abstrak

Dari kompleksnya fitur –fitur yang mempengaruhi dalam pengujian *system* berorientasi objek maka strategi pengujian dilakukan pada:

1. Pengujian unit, dimana pengujian unit dilakukan hingga beberapa level dengan alasan adanya konsep pewarisan. Pengujian unit ini bertujuan untuk menjamin setiap unit memenuhi spesifikasi. Kelas-kelas merupakan sasaran pengujian unit.
2. Pengujian integrasi, pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi implementasi dari satu *use case* yang telah bekerja seperti yang diharapkan. Pengujian validitas, pengujian ini dilakukan untuk menjamin fungsi-fungsi sistem/aplikasi telah dilakukan secara benar, pengujian di eksekusi ketika satu sistem (subsistem) yang lengkap telah di rakit. Pengujian validasi ini meliputi rincian-rincian objek yang tidak tampak, fokus pada masukan dan keluaran yang tampak oleh pemakai.

2.2.8. Implementasi Sistem

Tahapan implementasi merupakan tahap dimana dilakukan transformasi/penerjemahan dari bahasa modeling ke suatu bahasa pemrograman. hal ini merupakan tugas dari pemrogram, pada pengembangan sistem/perangkat lunak berorientasi objek penerjemahan dari setiap diagram-diagram UML yang telah di rancang pada tahap analisis dan desain diinterpretasikan dalam bentuk *software* yang sama persis dengan diagram-diagram yang ada guna menghindari terjadinya perubahan fungsi.

2.2.9. White Box Testing

White Box Testing atau pengujian *glass box* adalah metode desain *test case* menggunakan struktur kontrol desain prosedural untuk mendapatkan *test case*. Dengan menggunakan metode *White Box* analisis sistem akan memperoleh *Test Case* yang:

- a) Menjamin seluruh *Independent Path* di dalam modul yang dikerjakan sekurang-kurangnya sekali.
- b) Mengerjakan seluruh keputusan *logical*
- c) Mengerjakan seluruh *loop* yang sesuai dengan batasannya
- d) Mengerjakan seluruh struktur data internal yang menjamin validitas

Untuk melakukan proses pengujian *Test Case* terlebih dahulu dilakukan penerjemahan *flowchart* kedalam notasi *flowgraph* (aliran kontrol). Ada beberapa cara istilah saat pembuatan *flowgraph*, yaitu:

- 1. *Node* yaitu lingkaran pada *flowgraph* yang menggambarkan satu atau lebih perintah prosedural.
- 2. *Edge* yaitu tanda panah yang menggambarkan aliran kontrol dari setiap *node* harus mempunyai tujuan *node*.
- 3. *Region* yaitu daerah yang dibatasi oleh *node* dan *edge* dan untuk menghitung daerah diluar *flowgraph* juga harus dihitung.
- 4. *Predicate Node* yaitu kondisi yang terdapat pada *node* dan mempunyai karakteristik dua atau lebih *edge* lainnya.

5. *Cyclomatic Complexity* yaitu metrik perangkat lunak yang menyediakan ukuran kuantitatif dari kekompleksan logikal program dan dapat digunakan untuk mencari jumlah path dalam suatu *flowgraph*.

6. *Independen Path* yaitu jalur melintasi atau melalui program dimana sekurang-kurangnya terdapat proses perintah yang baru atau kondisi yang baru.

Rumus-rumus untuk menghitung jumlah *Independen Path* dalam suatu *flowgraph* yaitu:

1. Jumlah *region flowrgaph* mempunyai hubungan dengan *Cyclomatic Complexity (CC)*.

2. $V(G)$ untuk *flowgraph* dapat dihitung dengan rumus :

a) $V(G) = E - N + 2$

Dimana :

E = Jumlah *edge* pada *flowrgaph*

N = Jumlah *node* pada *flowrgaph*

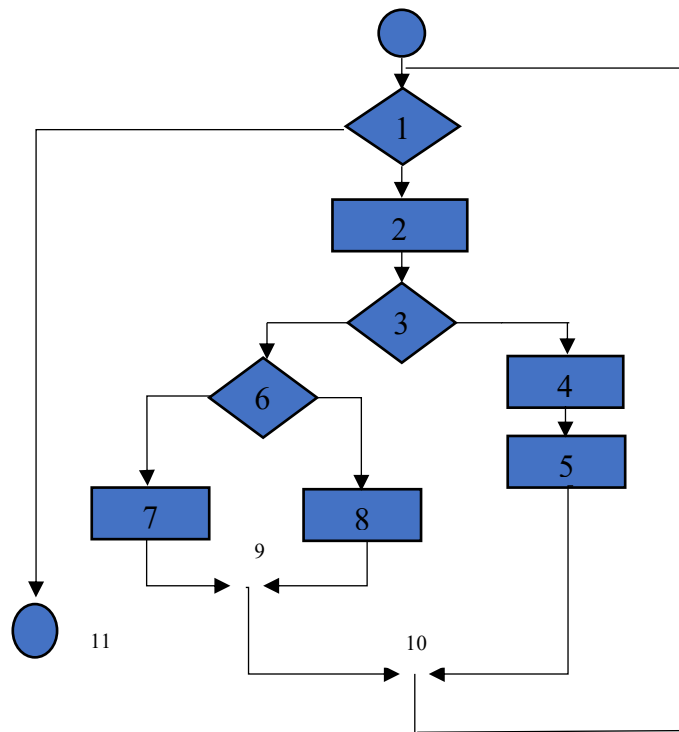
b) $V(G) = P + 1$

Dimana :

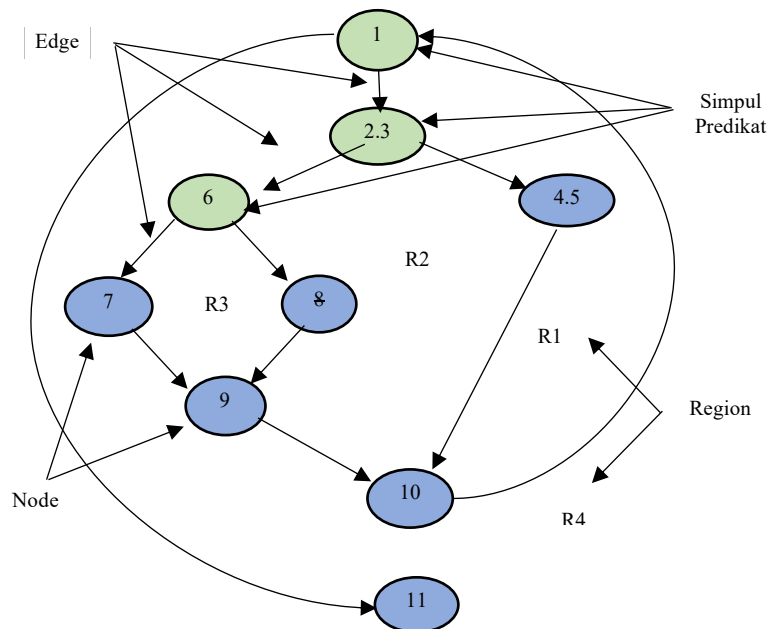
P = Jumlah *predicate node* pada *flowrgaph*

Teknik pelaksanaan pengujian *White Box* ini mempunyai tiga langkah yaitu:

1. Menggambar *flowgraph* yang ditransfer oleh *flowchart*
2. Menghitung *Cylomatic Complexity* untuk *flowgraph* yang telah dibuat
3. Menentukan jalur pengujian dari *flowgraph* yang berjumlah sesuai dengan *Cyclomatic Complexity* yang telah ditentukan.



Gambar 2.5: Bagan Alir
(Sumber: Roger S. Pressman, [17])



Gambar 2.6: Flowgraph
(Sumber: Roger S. Pressman, [17]).

Dari gambar *flowgraph* di atas didapat:

Path 1 = 1 – 11

Path 2 = 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 10 – 1 – 11

Path 3 = 1 – 2 – 3 – 6 – 8 – 9 – 10 – 1 – 11

Path 4 = 1 – 2 – 3 – 6 – 7 – 9 – 10 – 1 – 11

Path 1,2,3,4 yang telah didefinisikan diatas merupakan basis set untuk diagram alir.

Cyclomatic complexity digunakan untuk mencari jumlah path dalam satu *flowgraph*. Dapat dipergunakan rumusan sebagai berikut:

1. Jumlah region grafik alir sesuai dengan *cyclomatic complexity*.
2. *Cyclomatic complexity* $V(G)$ untuk grafik alir dihitung dengan rumus:

$$V(G) = E - N + 2 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

E = jumlah edge pada grafik alir

N = jumlah node pada grafik alir

3. *Cyclomatic complexity* $V(G)$ juga dapat dihitung dengan rumus:

$$V(G) = P + 1 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana P = jumlah *predicate node* pada grafik alir

Dari Gambar di atas dapat dihitung *cyclomatic complexity*:

1. *Flowgraph* mempunyai 4 *region*
2. $V(G) = 11 \text{ edge} - 9 \text{ node} + 2 = 4$
3. $V(G) = 3 \text{ predicate node} + 1 = 4$

Jadi *cyclomatic complexity* untuk *flowgraph* adalah 4

Cyclomatic Complexity yang tinggi menunjukkan prosedur kompleks yang sulit untuk dipahami, diuji dan dipelihara. Ada hubungan antara *Cyclomatic Complexity* dan resiko dalam suatu prosedur.

2.2.10. Black Box Tensting

Menurut Pressman [17] *Black-Box testing* berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak yang memungkinkan *engineers* untuk memperoleh set kondisi *input* yang sepenuhnya akan melaksanakan persyaratan fungsional untuk sebuah program. *Black-Box testing* berusaha untuk menemukan kesalahan dalam kategori berikut:

1. Fungsi yang tidak benar atau fungsi yang hilang
2. Kesalahan antar muka
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses *database* eksternal
4. Kesalahan perilaku (*behavior*) atau kesalahan kinerja
5. Inisialisasi dan pemutusan kesalahan

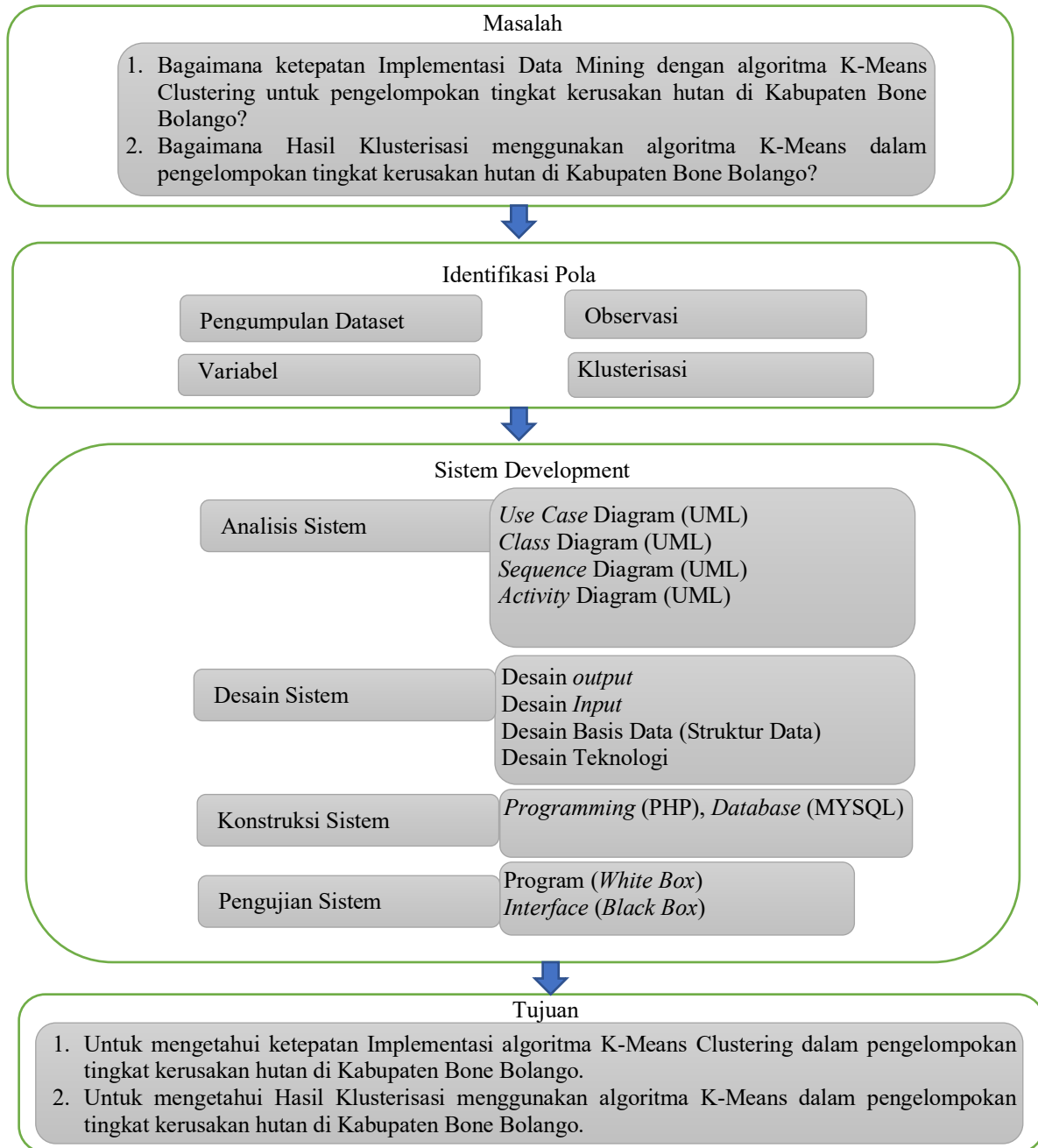
Tes ini dirancang untuk menjawab beberapa pertanyaan-pertanyaan berikut ini:

- a. Bagaimana validitas fungsional diuji?
- b. Bagaimana perilaku dan kinerja sistem diuji?
- c. Apa kelas *input* akan membuat kasus uji yang baik?
- d. Apakah sistem *sensitive* terhadap nilai *input* tertentu?
- e. Bagaimana batas-batas kelas data yang terisolasi?
- f. Kecepatan dan volume data seperti apa yang dapat ditolerir sistem?
- g. Efek apakah yang akan menspesifikasikan kombinasi data dalam sistem operasi?

2.3. Supporting Software

Untuk mengimplementasikan hasil analisa, desain sistem sebelumnya diperlukan sebuah *software*. Untuk itu penulis menggunakan PHP dengan bantuan *database* MySQL.

2.4. Kerangka Pikir



Gambar 2.7. Kerangka Pikir

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Jenis, Metode, Subjek, waktu dan Lokasi Penelitian

Berdasarkan dari tingkat penerapan maka, penelitian ini merupakan penelitian terapan. Dipandang dari jenis informasi yang diolah maka penulisan dalam hal ini yaitu bersifat kuantitatif. Sedangkan terhadap perilaku terhadap item, maka merupakan penelitian konfir matori.

Tujuan penulisan ini antara lain pengelompokan tingkat kerusakan hutan studi kasus Dinas Kehutanan dan Pertambangan Kabupaten Bone Bolango menggunakan K-Means Clustering. Penelitian ini dimulai dari November – April 2023.

3.2. Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan data digunakan 2 (dua) jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang berasal dari penelitian lapangan dan data sekunder berasal dari penelitian kepustakaan.

1. Penelitian Data Primer (Lapangan)

Untuk memperoleh data primer yang merupakan data langsung dari objek penelitian yaitu bertempat di Dinas Kehutanan dan Pertambangan Kabupaten Bone Bolango. Maka dilakukan dengan teknik:

- a. Observasi, metode ini memungkinkan analisis sistem mengamati atau meninjau langsung. Adapun pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data luas kerusakan hutan di Kabupaten Bone Bolango Kabupaten Bone Bolango.
- b. Wawancara metode ini digunakan dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada bagian yang terkait pada Dinas Kehutanan dan pertambangan Kabupaten Bone Bolango. Adapun atribut/class dengan tipe datanya masing-masing sbb:

Tabel 3.1. Atribut data

No	Name	Type	Value	Keterangan
1.	Kawasan	Varchar	0 – 255	Parameter Input
2.	Kecamatan	Varchar	0 – 255	Parameter Input
3.	Jenis Hutan	Varchar	0 – 255	Parameter Input
4.	Kebakaran	Int	0 - 255	Parameter Input
5.	Penebangan	Int	0 - 255	Parameter Input
6.	Perambahan	Int	0 - 255	Parameter Input
7.	Hasil Cluster	Int	0 - 255	Parameter Output

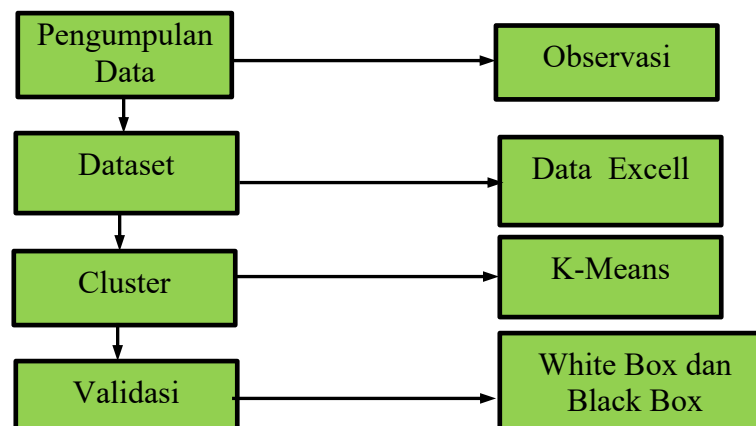
2. Penelitian Data Sekunder (Kepustakaan)

Metode kepustakaan diperlukan untuk mendapatkan data sekunder dengan tujuan melengkapi data primer. Data sekunder didapatkan dari pengkajian kepustakaan yang berisi dasar-dasar teori. Metode kepustakaan digunakan oleh analis sistem dengan cara mengambil contoh dokumen-dokumen yang berhubungan dengan materi penelitian. Selain itu, analis sistem mencari data mengenai hal-hal atau parameter yang berupa catatan, buku, majalah, dan sebagainya yang berhubungan dengan penelitian.

3.3. Pemodelan/Abstraksi

3.3.1. Pengembangan Model

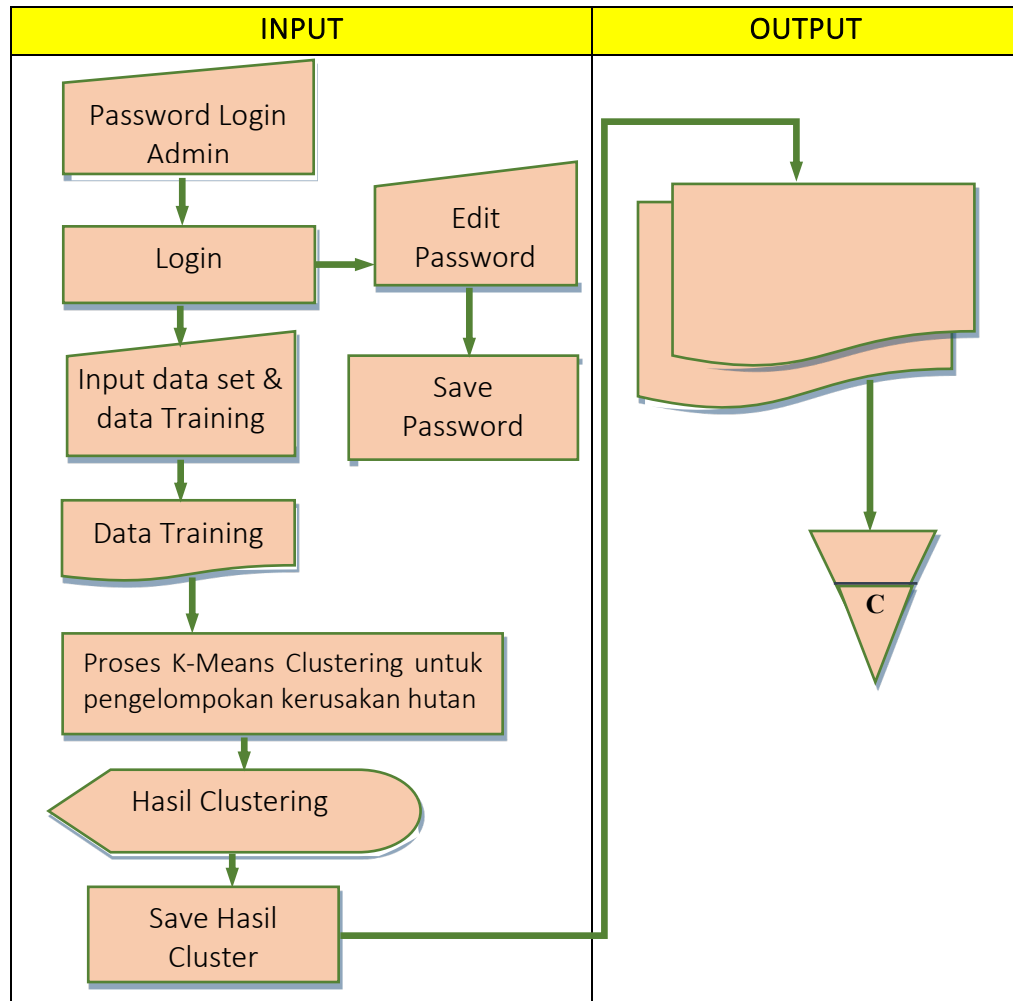
Prosedur atau langkah-langkah pokok dalam klasifikasi menggunakan metode *K-Means* untuk *Clustering* tingkat kerusakan hutan dengan menggunakan alat bantu *tools* PHP, Database MySQL.

**Gambar 3.1.** Pengembangan Model

3.3.2. Evaluasi Model

Model yang telah dihasilkan kemudian dievaluasi dengan menggunakan *White Box Testing* dan *Black Box Testing* untuk menguji kinerja sistemnya.

3.3.3. Proses Pengembangan



Gambar 3.2. Gambar Sistem Yang Diusulkan

3.3.4. Analisa Sistem

Analisis sistem menggunakan pendekatan berorientasi *procedural/structural*:

- a) *Use Case Diagram*, menggunakan alat bantu UML
- b) *Class Diagram*, menggunakan alat bantu UML
- c) *Sequence Diagram* menggunakan alat bantu UML
- d) *Activity Diagram* menggunakan alat bantu UML

3.3.5. Desain Sistem

Desain sistem menggunakan pendekatan berorientasi objek yang digambarkan dalam bentuk:

- a. Desain *Output*
- b. Desain *Input*
- c. Desain *Database*
- d. Desain Teknologi
- e. Desain Program

3.3.6. Konstruksi Sistem

Pembuatatan aplikasi diterjemahkan pada Bahasa pemograman PHP dengan fasilitas pendukung MySQL.

3.3.7. Pengujian

Pengujian terhadap perangkat lunak nantinya menggunakan metode *white box testing* dan *black box testing*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

a. Hitung Manual

Hasil pengumpulan data primer dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Table 4.1. Dataset Luas Temuan Kerusakan Hutan Kab. Bone Bolango

Kawasan Hutan	Kecamatan	Jenis Hutan	Kebakaran	Penebangan	Perambahan
Desa Kemiri	Bone Pantai	Hutan Produksi	120	12	12
Desa Taludaa	Bone	Hutan Produksi	400	34	4
Desa Longalo	Bulango Utara	Hutan Produksi	56	45	23
Desa Tulabolo	Suwawa Timur	Hutan Produksi	87	76	32
Desa Pilolaheya	Bulango Ulu	Hutan Produksi Tetap	300	45	5
Desa Monano	Bone	Hutan Produksi Tetap	54	80	45
Desa Inomata	Bone Raya	Hutan Produksi Tetap	67	60	56
Desa Pelita Hijau	Bone Pantai		23	56	40
Desa Pancuran	Suwawa Selatan	Hutan Produksi Tetap	12	12	34
Desa Mamungaa	Bulawa		98	8	21
Desa Tupa	Bulango Utara	Taman Nasional	122	67	0
Desa Bondauna	Suwawa Selatan	Taman Nasional	98	50	12
Desa Mongiilo	Bulango Ulu	Taman Nasional	76	65	34

Sumber: Dinas Kehutanan dan Pertambangan Kab. Bone Bolango 2020

Data-data tersebut diatas dapat dikelompokkan dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Untuk dapat melakukan pengelompokan data-data tersebut menjadi beberapa cluster perlu dilakukan beberapa langkah yaitu:

- Tentukan jumlah cluster yang diinginkan. Dalam penelitian ini data-data dikelompokkan menjadi dua cluster.
- Tentukan titik pusat awal dari setiap cluster seperti berikut:

Tabel 4.2. Penentuan Awal Cluster

PUSAT CENTROID			
Centroid	Jumlah Kebakaran	Jumlah Penebangan	Jumlah Perambahan
Nilai Maksimal	400	80	56
Nilai Rerata	116.38	46.92	24.46
Nilai Minimal	12	8	0

Setelah diketahui nilai k dan pusat cluster awal selanjutnya mengukur jarak antara pusat cluster menggunakan Euclidian distance. Berikut hasil perhitungan pusat cluster kelompok pembagian data iterasi 1

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan pusat cluster kelompok pembagian data iterasi 1

Kawasan Hutan	Kecamatan	Jenis Hutan	Kebakaran	Penebangan	Perambahan	C1	C2	C3	Grup
Desa Kemiri	Bone Pantai	Hutan Produksi	120	12	12	291	37	109	C2
Desa Taludaa	Bone	Hutan Produksi	400	34	4	69	285	389	C1
Desa Longalo	Bulango Utara	Hutan Produksi	56	45	23	347	60	62	C2
Desa Tulabolo	Suwawa Timur	Hutan Produksi	87	76	32	314	42	106	C2
Desa Pilolaheya	Bulango Ulu	Hutan Produksi Tetap	300	45	5	118	185	290	C1
Desa Monano	Bone	Hutan Produksi Tetap	54	80	45	346	74	95	C2
Desa Inomota	Bone Raya	Hutan Produksi Tetap	67	60	56	334	60	94	C2

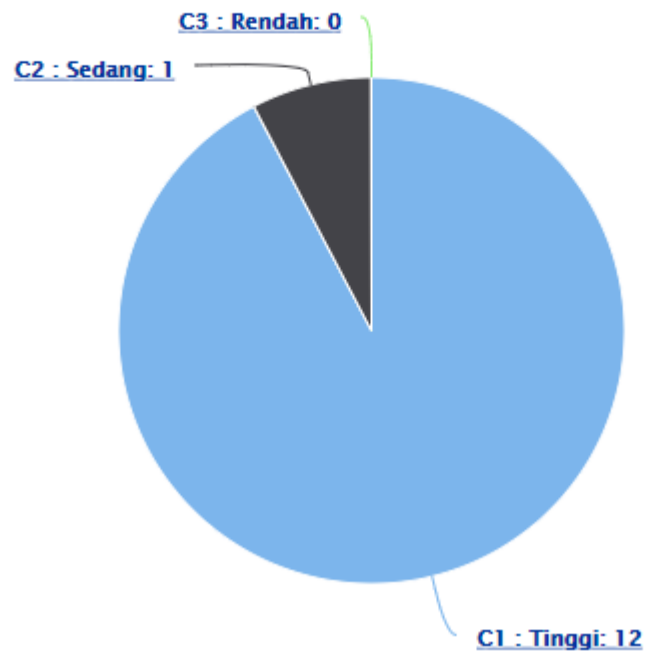
Desa Pelita Hijau	Bone Pantai	Hutan Produksi Tetap	23	56	40	378	95	63	C3
Desa Pancuran	Suwawa Selatan	Hutan Produksi Tetap	12	12	34	395	110	34	C3
Desa Mamungaa	Bulawa	Hutan Produksi Tetap	98	8	21	312	43	89	C2
Desa Tupa	Bulango Utara	Taman Nasional	122	67	0	284	32	125	C2
Desa Bondauna	Suwawa Selatan	Taman Nasional	98	50	12	307	22	96	C2
Desa Mongiilo	Bulango Ulu	Taman Nasional	76	65	34	325	45	92	C2

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan pusat cluster kelompok pembagian data iterasi 2

Kawasan Hutan	Kecamatan	Jenis Hutan	Kebakaran	Penebangan	Perambahan	C1	C2	C3	Grup
Desa Kemiri	Bone Pantai	Hutan Produksi	120	12	12	72	121	121	C1
Desa Taludaa	Bone	Hutan Produksi	400	34	4	327	401	401	C1
Desa Longalo	Bulango Utara	Hutan Produksi	56	45	23	30	75	75	C1
Desa Tulabolo	Suwawa Timur	Hutan Produksi	87	76	32	16	120	120	C1
Desa Pilolaheya	Bulango Ulu	Hutan Produksi Tetap	300	45	5	227	303	303	C1
Desa Monano	Bone	Hutan Produksi Tetap	54	80	45	29	106	106	C1
Desa Inomota	Bone Raya	Hutan Produksi Tetap	67	60	56	24	106	106	C1
Desa Pelita Hijau	Bone Pantai	Hutan Produksi Tetap	23	56	40	54	73	73	C1
Desa Pancuran	Suwawa Selatan	Hutan Produksi Tetap	12	12	34	83	38	38	C3
Desa Mamungaa	Bulawa	Hutan Produksi Tetap	98	8	21	62	101	101	C1
Desa Tupa	Bulango Utara	Taman Nasional	122	67	0	57	139	139	C1
Desa Bondauna	Suwawa Selatan	Taman Nasional	98	50	12	35	111	111	C1
Desa Mongiilo	Bulango Ulu	Taman Nasional	76	65	34	0	106	106	C1

Karena iterasi sudah mencapai maksimum, maka iterasi dihentikan.

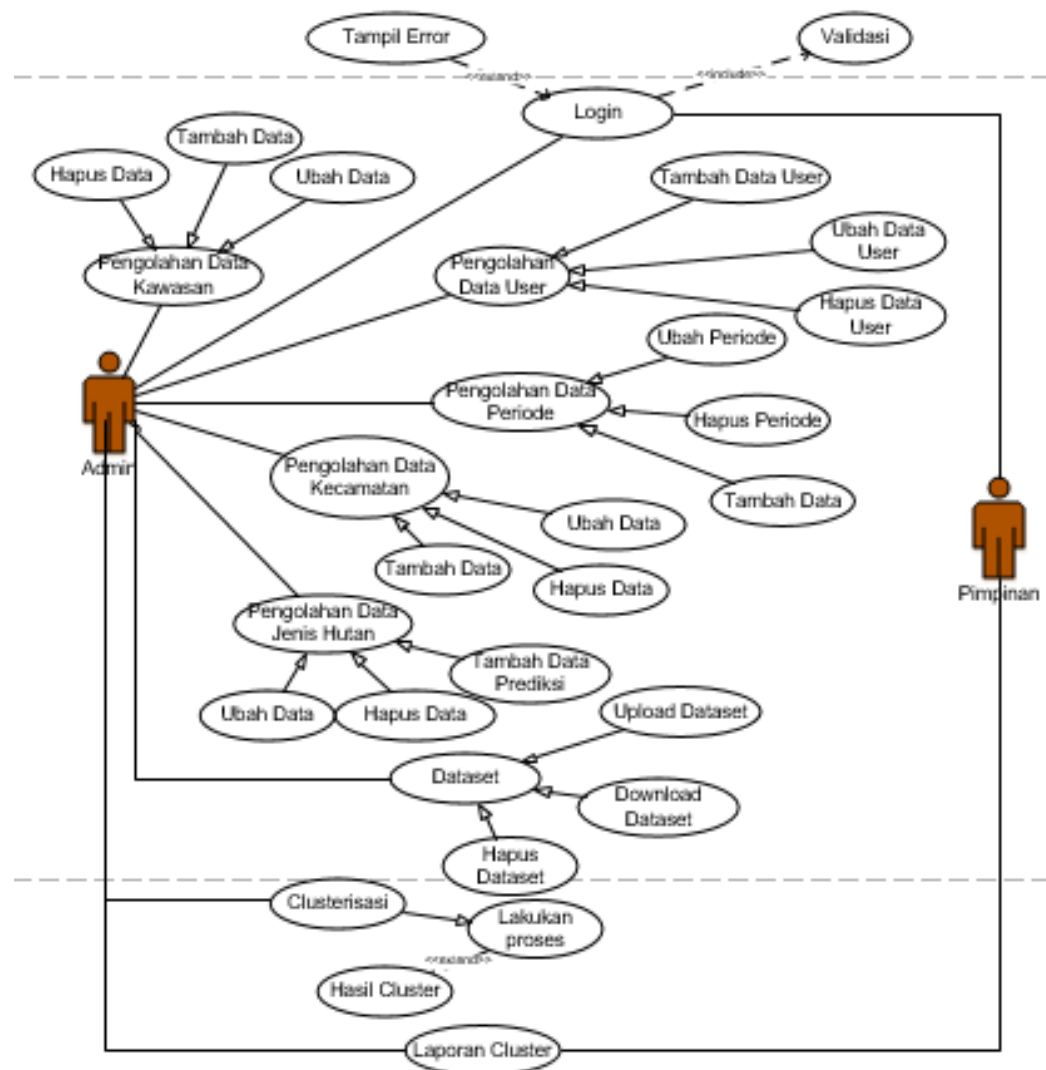
Grafik Tingkat Kerusakan Hutan :2022



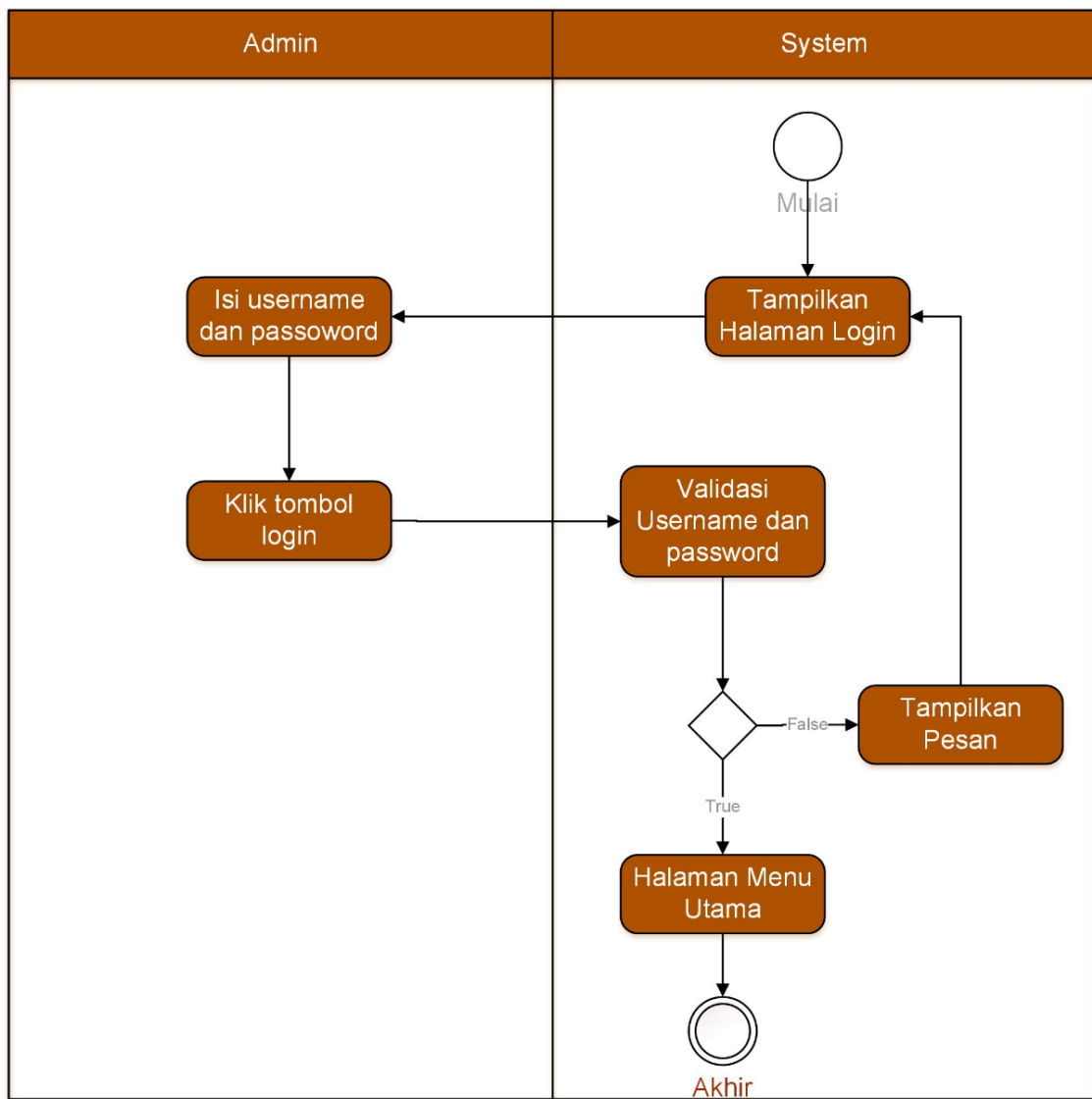
Gambar 4.1. Grafik Hasil Klaster

4.2 Hasil Pengembangan Sistem

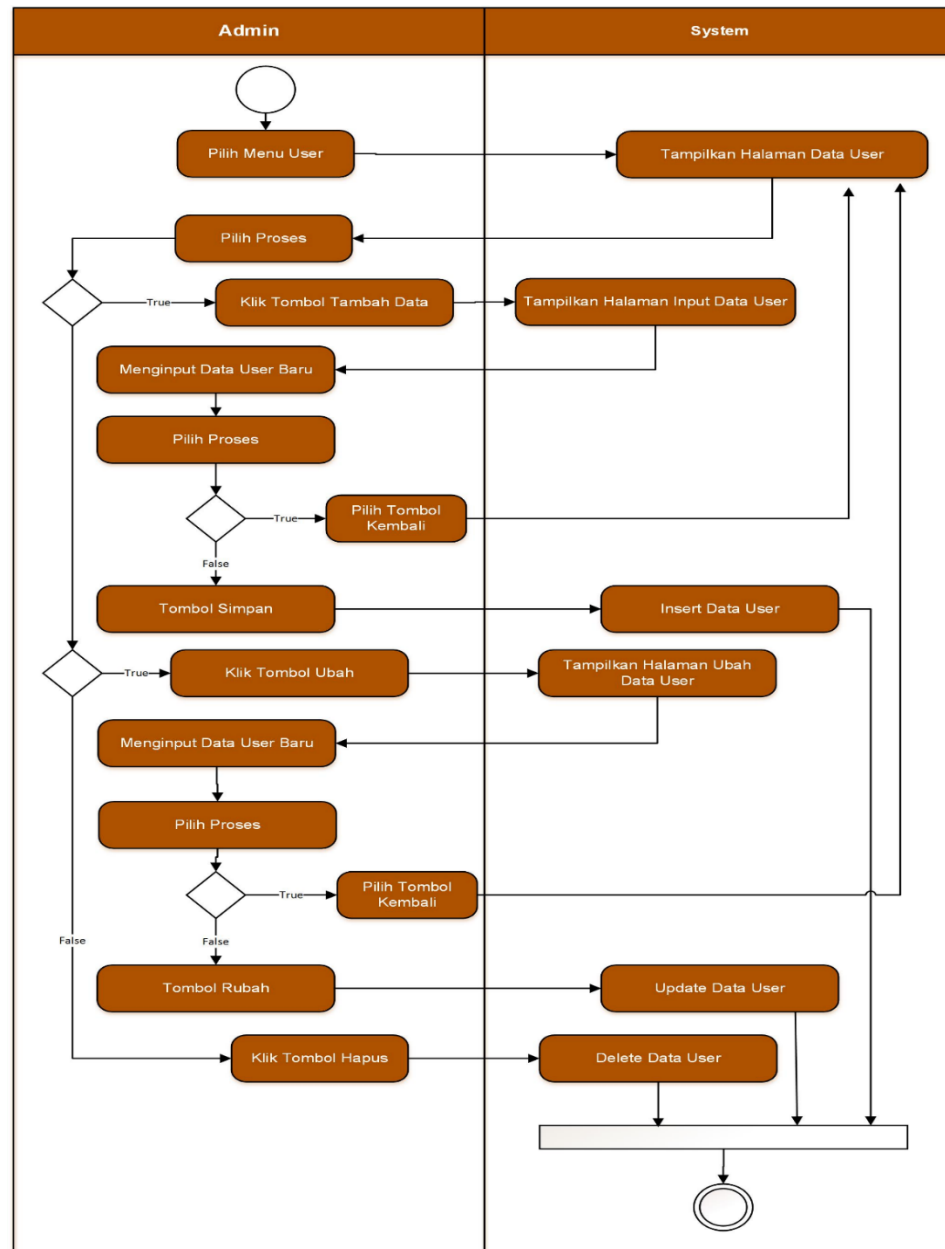
a. Use case



Gambar 4.2. Use Case

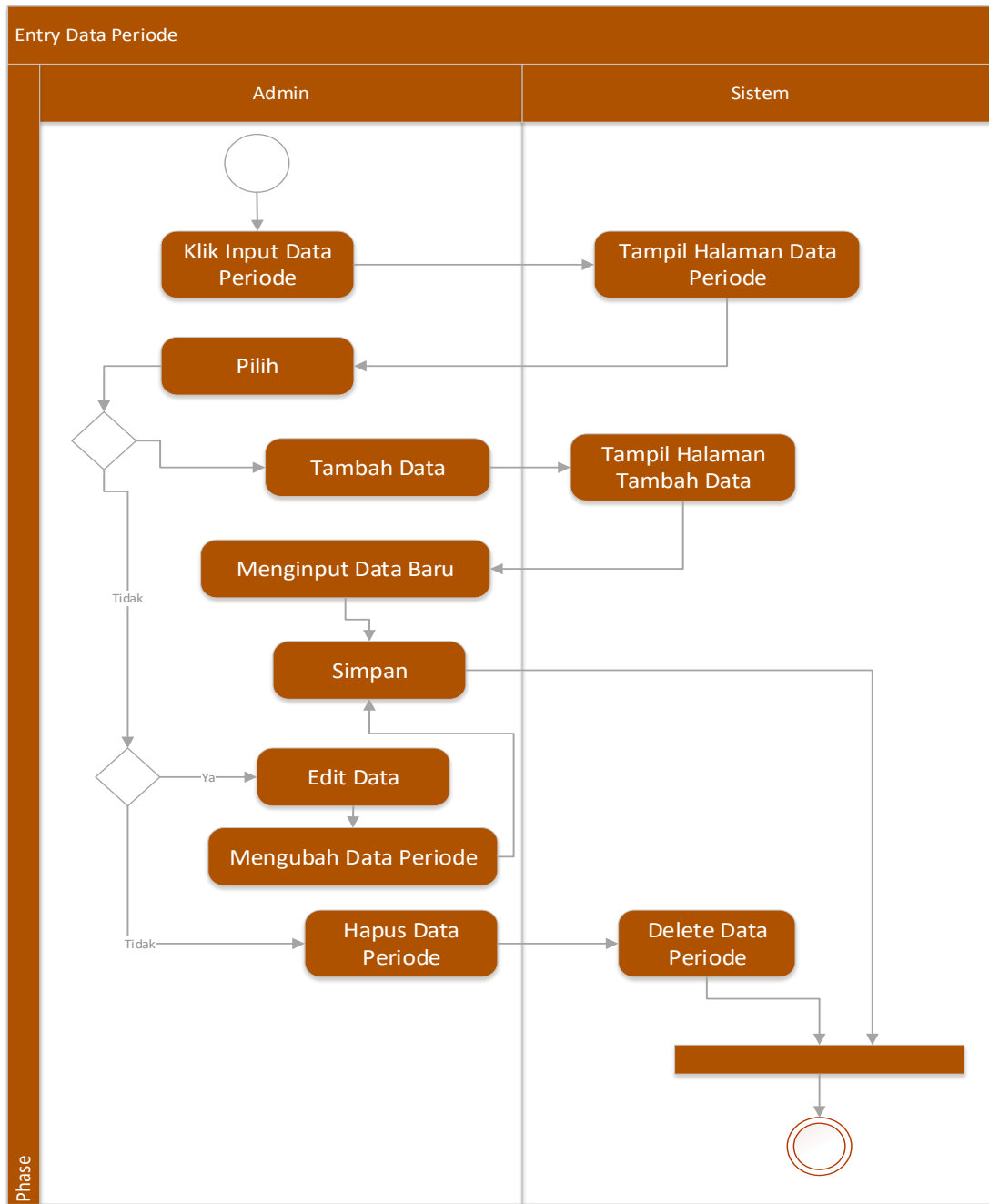
b. Activity Login**Gambar 4.3.** *Activity Login*

c. Activity User



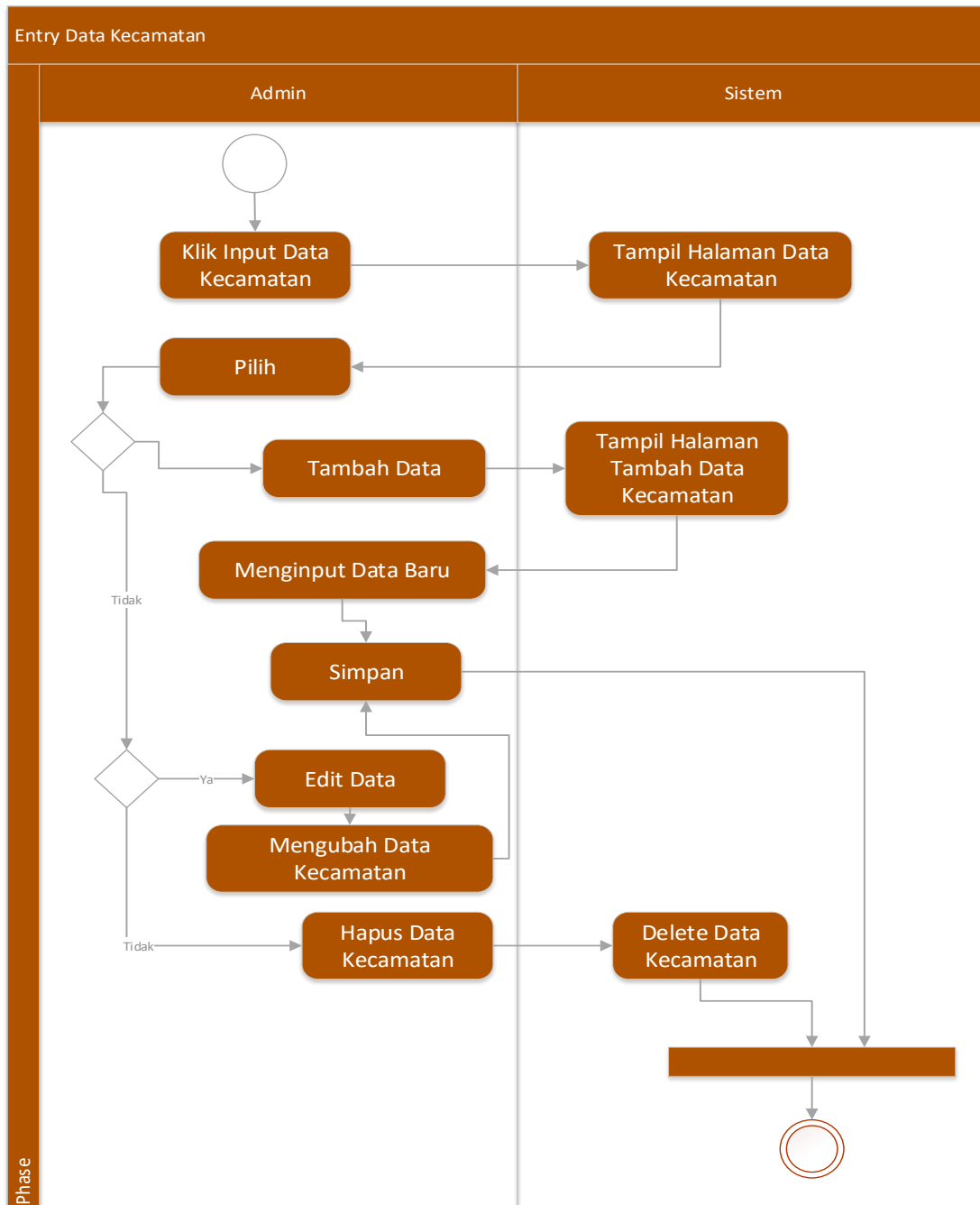
Gambar 4.4. Activity User

d. Activity Periodode



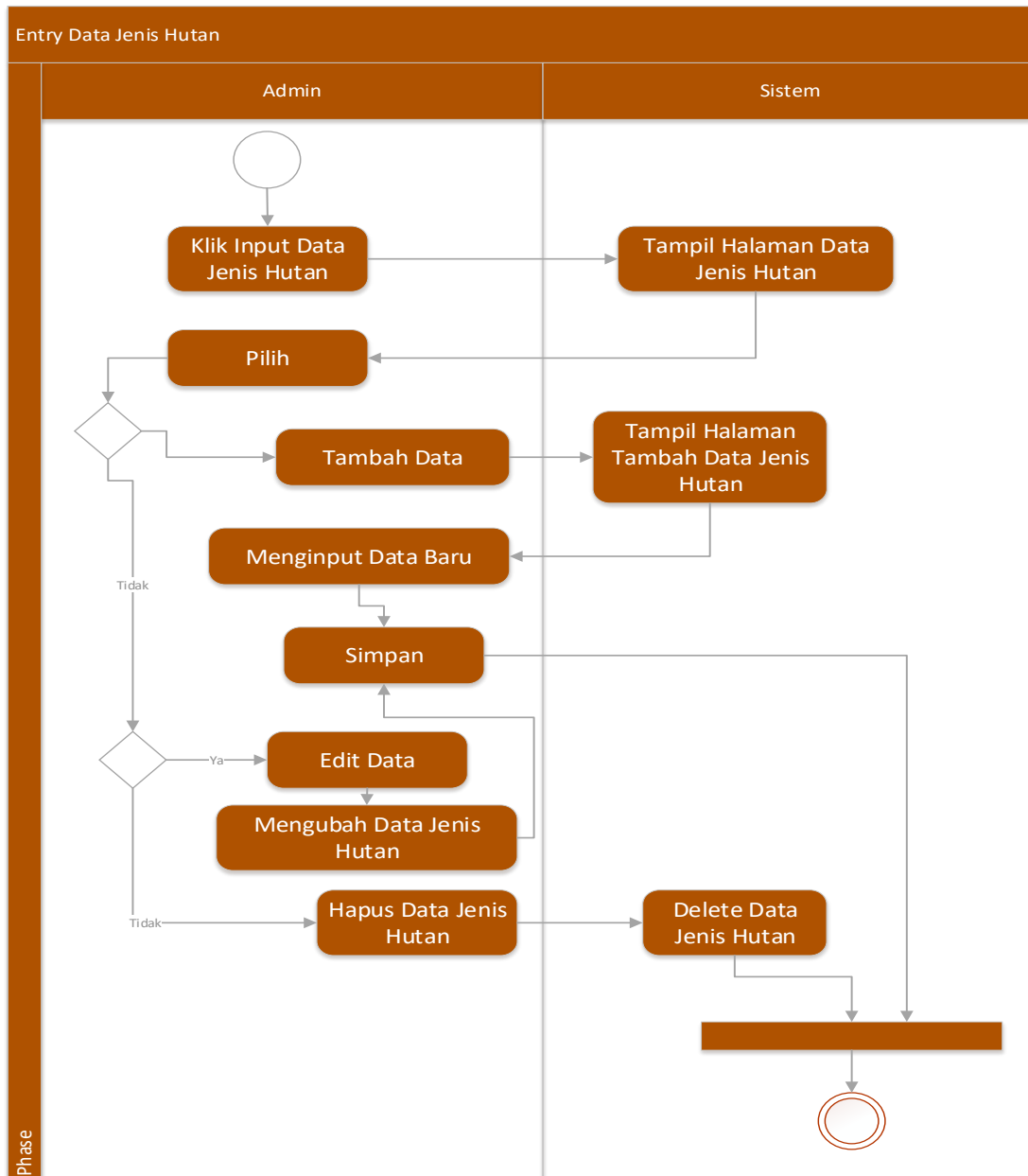
Gambar 4.5. Activity Periode

e. Activity Data Kecamatan



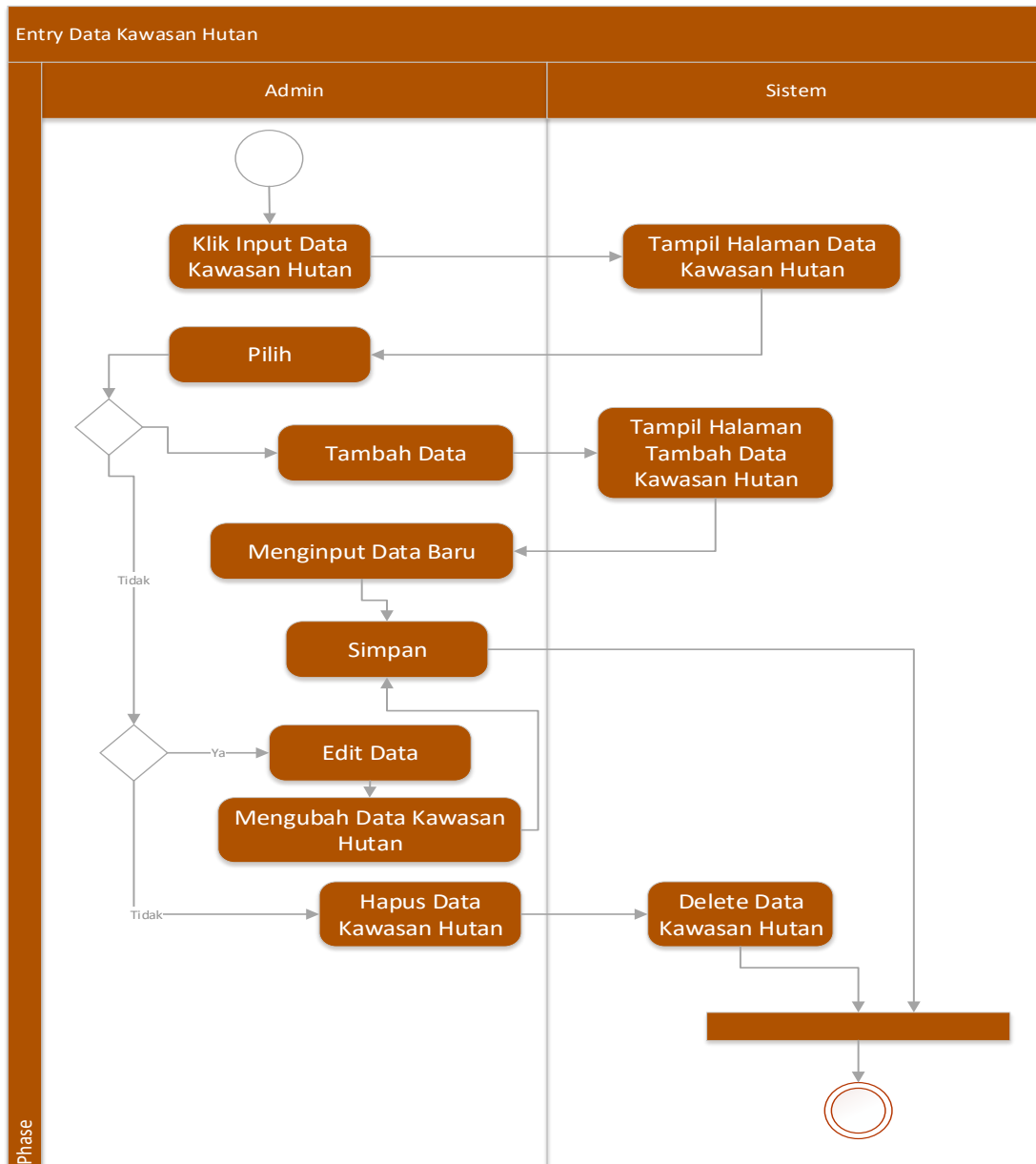
Gambar 4.6. Activity Kecamatan

f. Activity Data Jenis Hutan



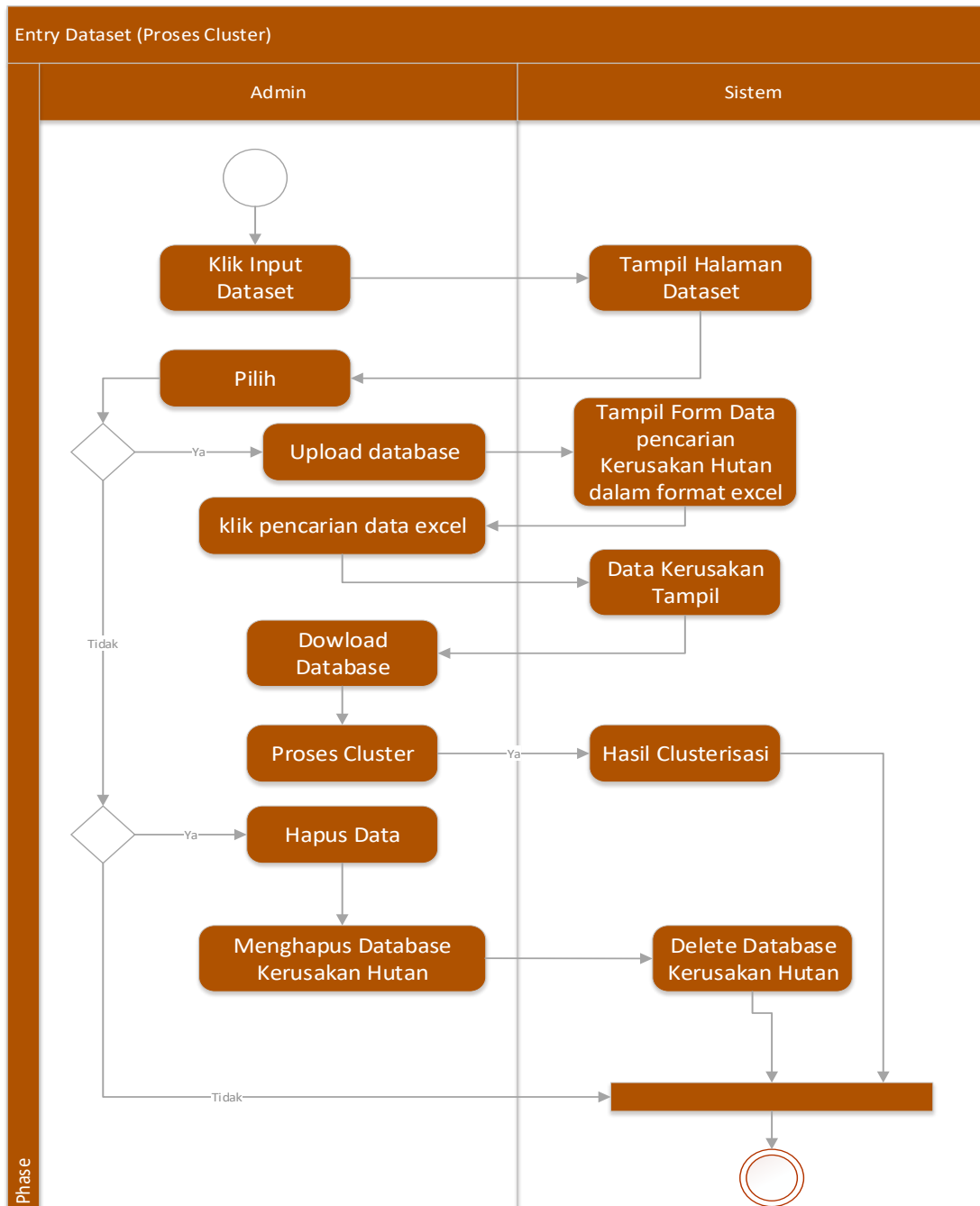
Gambar 4.7. Activity Jenis Hutan

g. Activity Data Kawasan Hutan



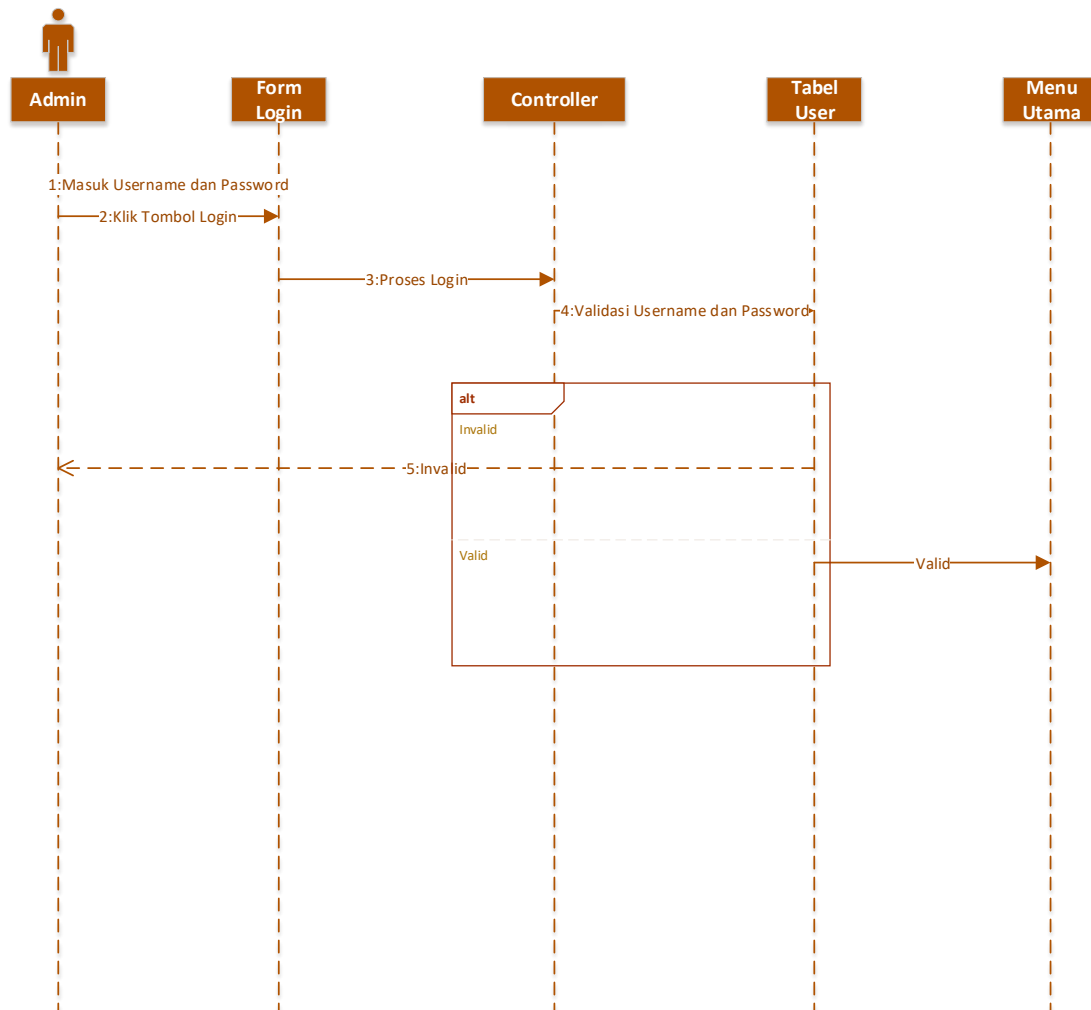
Gambar 4.8. Activity Kawasan Hutan

h. Activity Proses Cluster



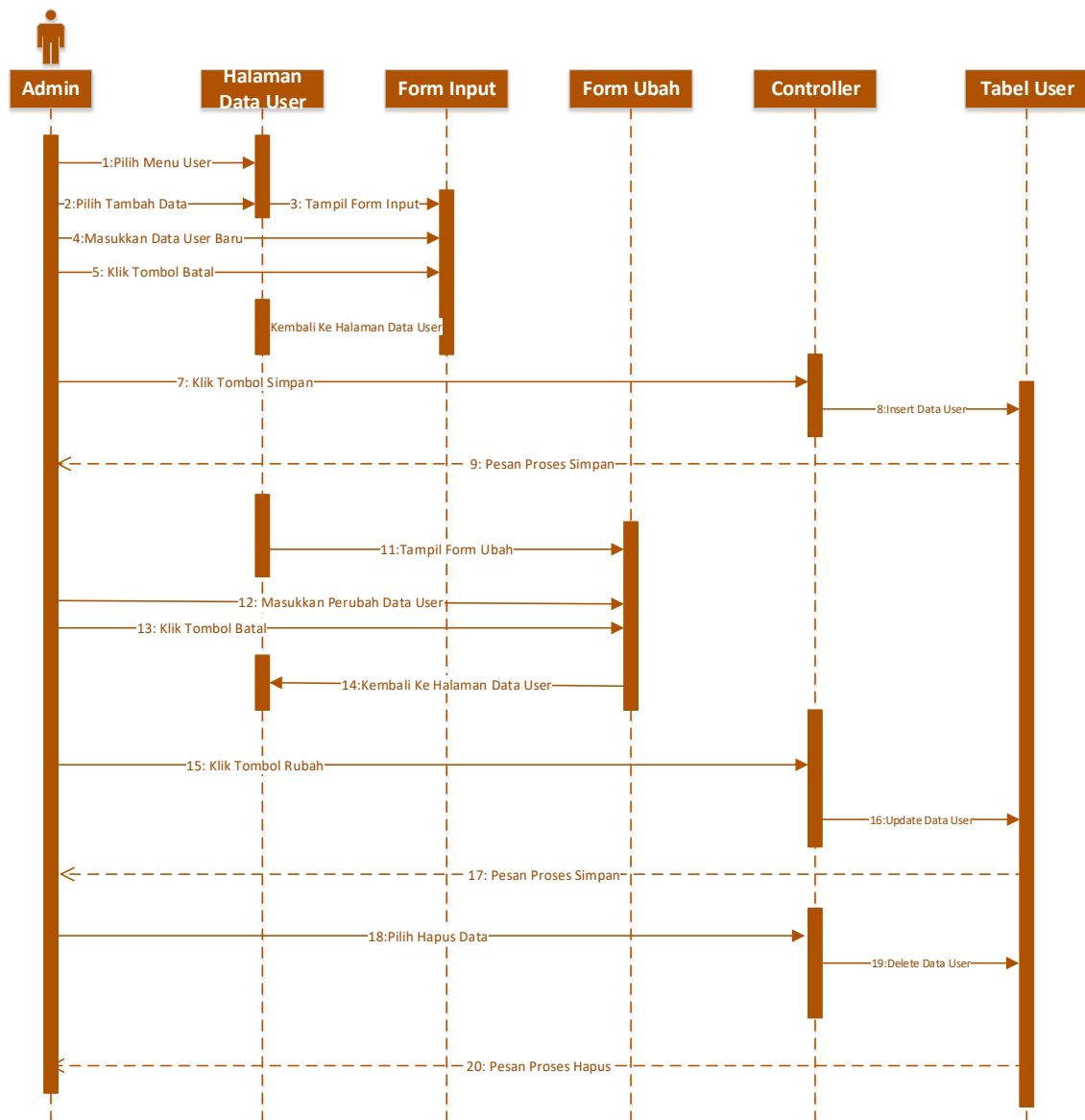
Gambar 4.9. Activity Proses Cluster

i. Sequential Login



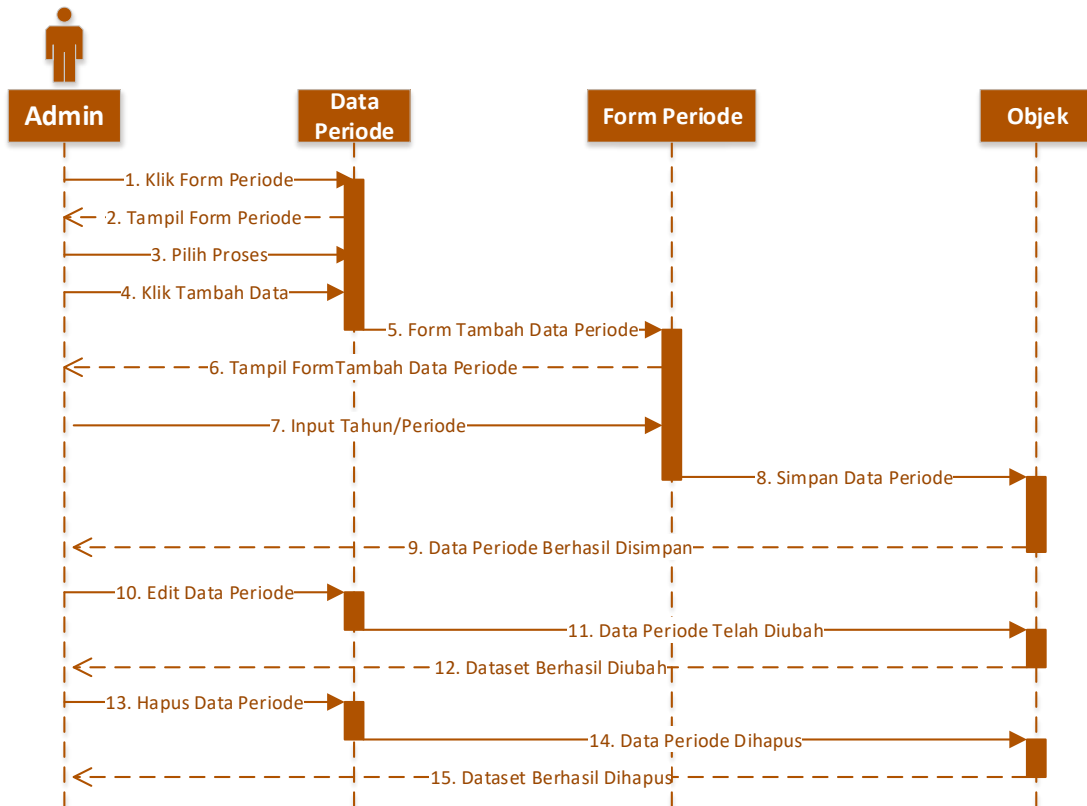
Gambar 4.10. *Sequential Login*

j. Sequential User



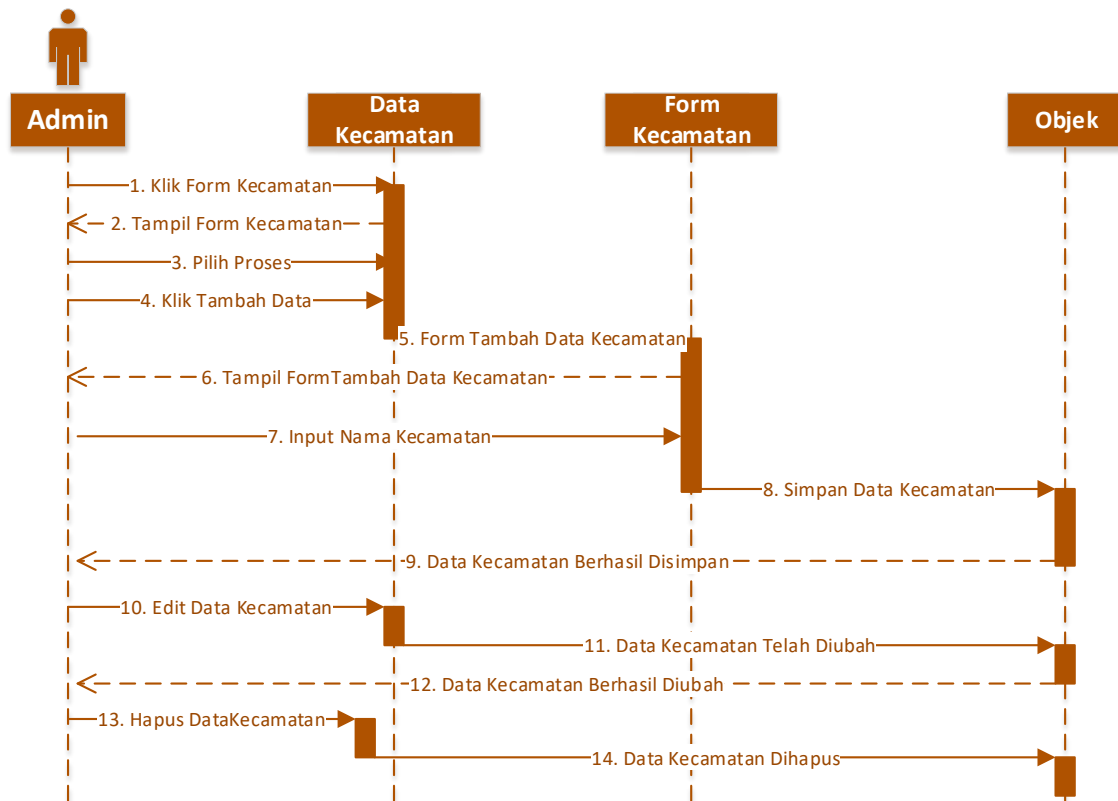
Gambar 4.11. *Sequential User*

k. Sequential Data Periode



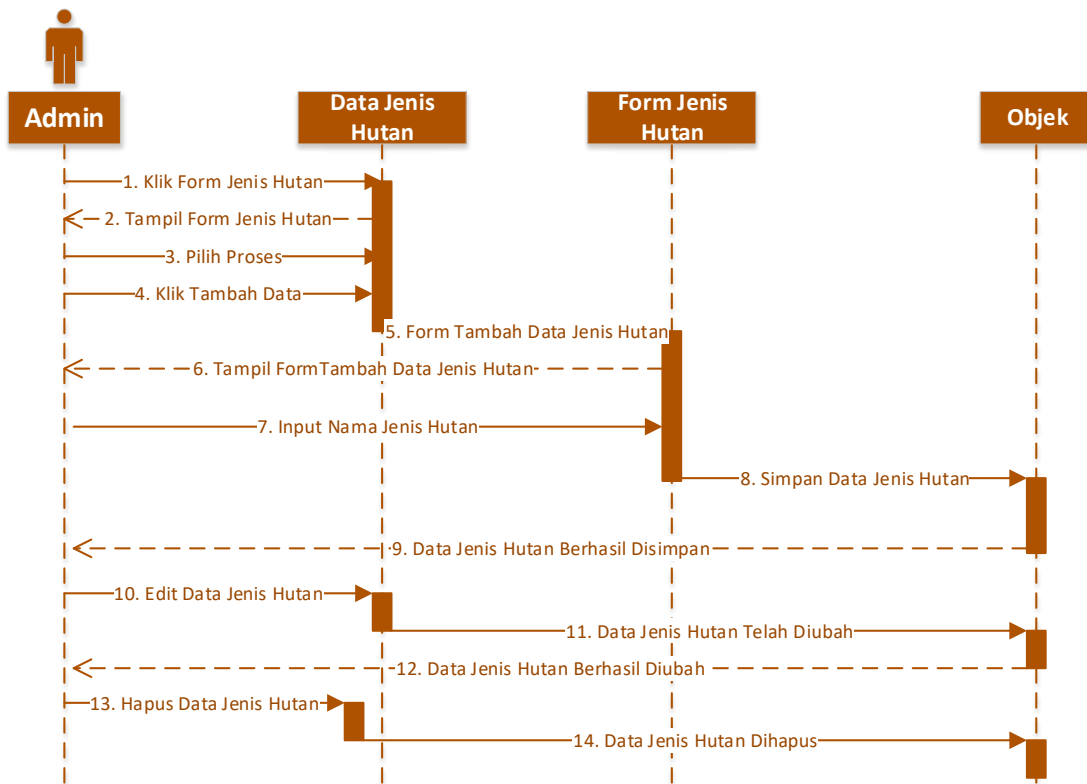
Gambar 4.12. *Sequential Data Periode*

1. Sequential Data Kecamatan



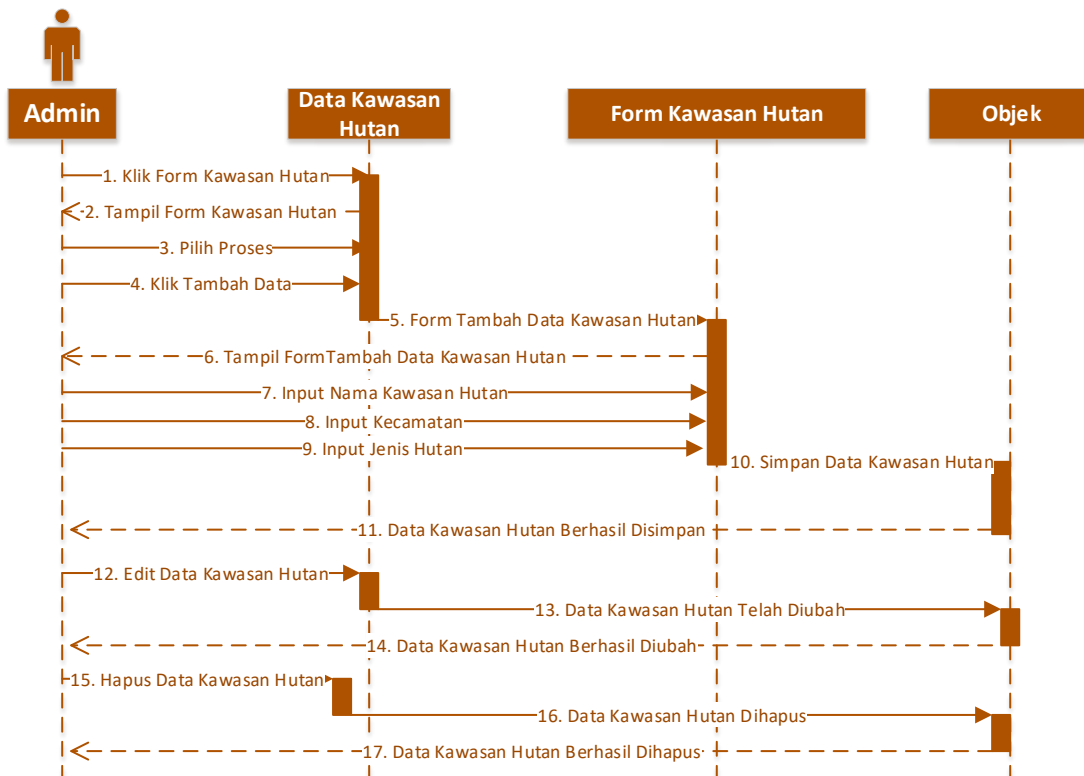
Gambar 4.13. *Sequential Data Kecamatan*

m. Sequential Data Jenis Hutan



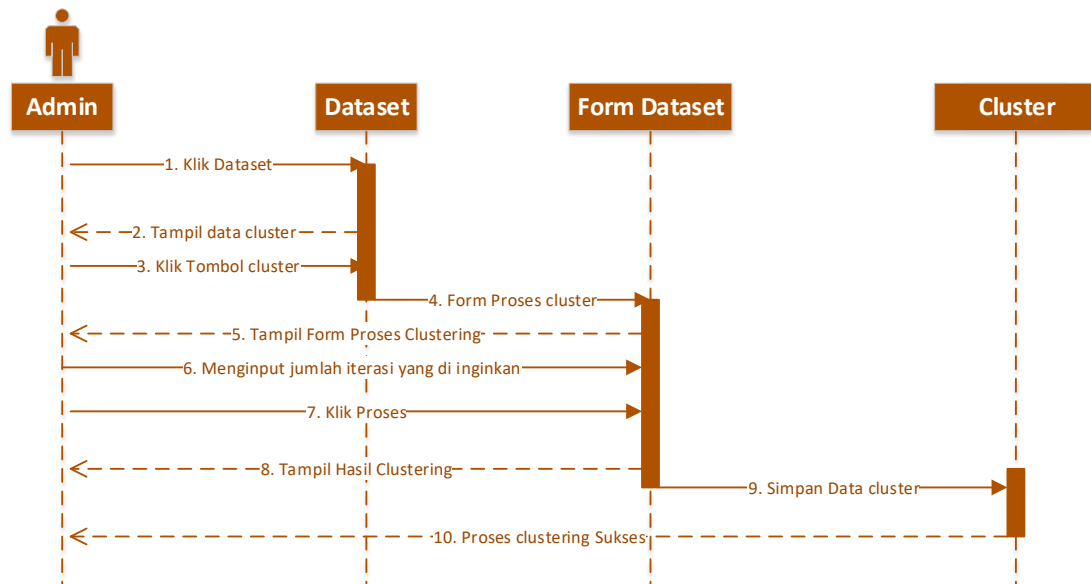
Gambar 4.14. *Sequential Data Jenis Hutan*

n. Sequential Data Kawasan



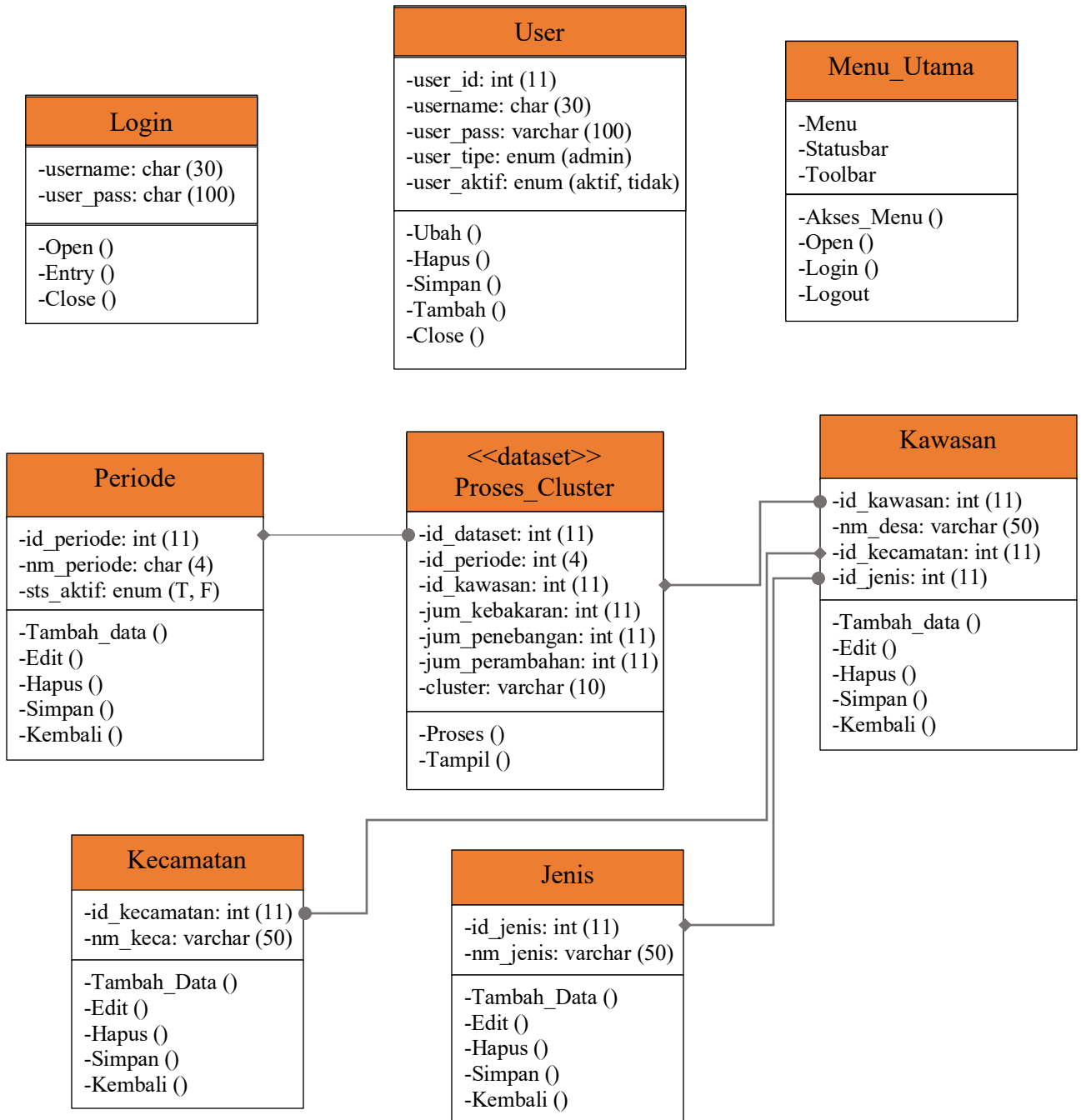
Gambar 4.15. *Sequential Data Kawasan Hutan*

o. Sequential Dataset/Proses Cluster



Gambar 4.16. *Sequential Dataset/Proses Cluster*

p. Class Diagram



Gambar 4.17. Class Diagram

4.3 Arsitektur Sistem

Tabel 4.5. Mekanisme User

User	Kategori	Akses Input	Akses Output
User	User	-	Hasil Cluster
Admin	Administrator	all	all

4.4 Mekanisme Sistem

4.4.1 Mekanisme Navigasi

Aplikasi Clustering Pengelompokan Tingkat Kerusakan Hutan

Beranda

Data User

Kecamatan

Jenis

Kawasan

Dataset

Laporan

Kecamatan

Kawasan

Jenis

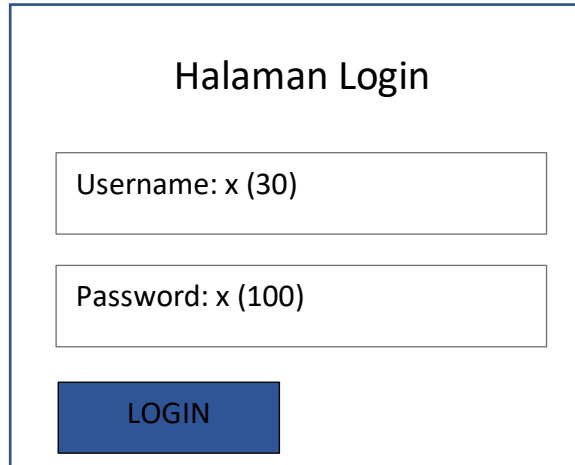
Dataset

Grafik Hasil Cluster

Gambar

Gambar 4.18. *Form* Menu Utama

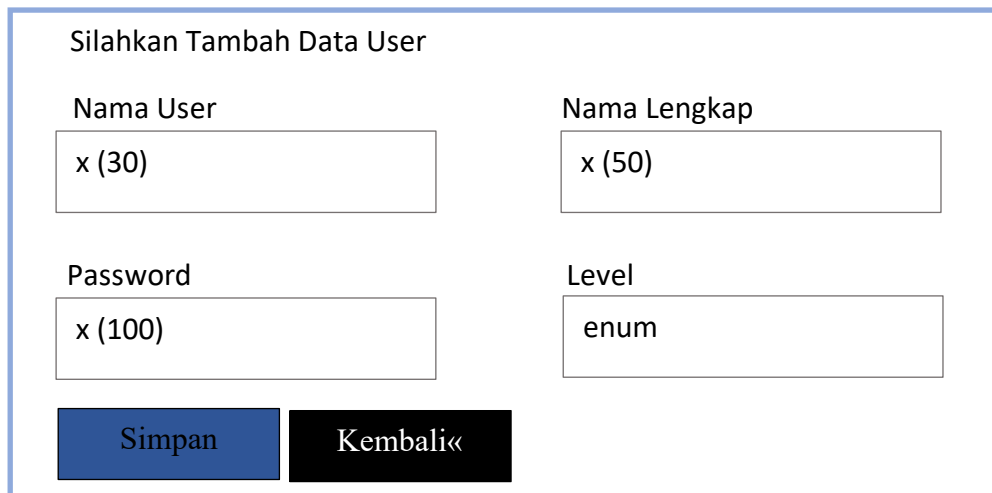
4.4.2 Form Login



A login form titled "Halaman Login". It contains two input fields: "Username: x (30)" and "Password: x (100)". Below these fields is a blue button labeled "LOGIN".

Gambar 4.19. *Form Login*

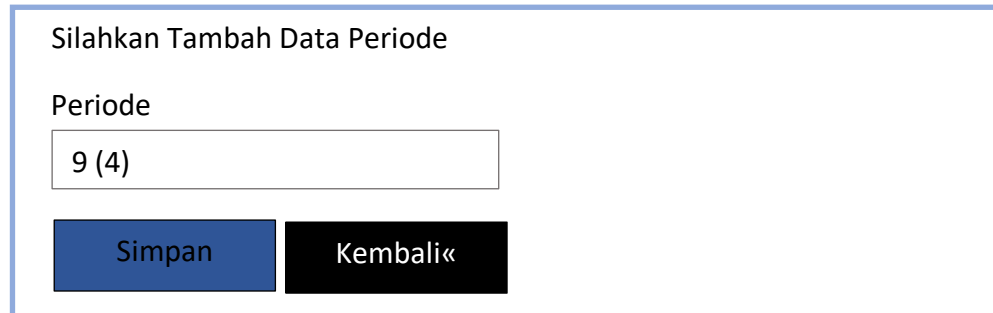
4.4.3 Form Tambah User



A form titled "Silahkan Tambah Data User". It contains four input fields arranged in two columns: "Nama User" with value "x (30)", "Nama Lengkap" with value "x (50)", "Password" with value "x (100)", and "Level" with value "enum". At the bottom, there are two buttons: a blue "Simpan" button and a black "Kembali«" button.

Gambar 4.20. *Form Tambah User*

4.4.4 Form Input Data Periode



Silahkan Tambah Data Periode

Periode

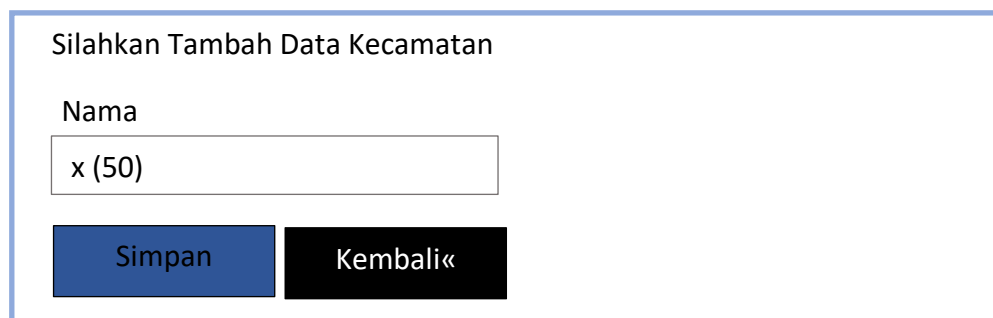
9 (4)

Simpan Kembali«

This is a web form for adding a new data entry for 'Periode'. It features a title 'Silahkan Tambah Data Periode', a label 'Periode', a text input field containing '9 (4)', and two buttons at the bottom: 'Simpan' (Save) and 'Kembali«' (Back).

Gambar 4.21. *Form Input Data Periode*

4.4.5 Form Input Data Kecamatan



Silahkan Tambah Data Kecamatan

Nama

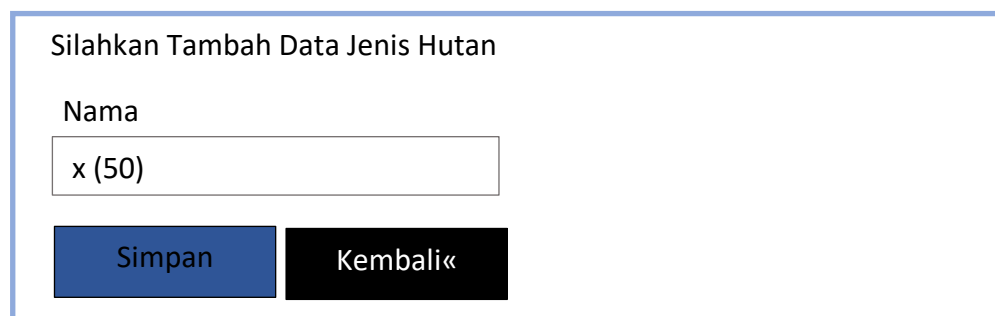
x (50)

Simpan Kembali«

This is a web form for adding a new data entry for 'Kecamatan'. It features a title 'Silahkan Tambah Data Kecamatan', a label 'Nama', a text input field containing 'x (50)', and two buttons at the bottom: 'Simpan' (Save) and 'Kembali«' (Back).

Gambar 4.22. *Form Input Data Kecamatan*

4.4.6 Form Input Data Jenis Hutan



Silahkan Tambah Data Jenis Hutan

Nama

x (50)

Simpan Kembali«

This is a web form for adding a new data entry for 'Jenis Hutan'. It features a title 'Silahkan Tambah Data Jenis Hutan', a label 'Nama', a text input field containing 'x (50)', and two buttons at the bottom: 'Simpan' (Save) and 'Kembali«' (Back).

Gambar 4.23. *Form Input Data Jenis Hutan*

4.4.7 Form Input Data Kawasan

Silahkan Tambah Data Kawasan

Kawasan Hutan

Kecamatan

 Pilih

Jenis Hutan

 Pilih

Simpan

Kembali «

Gambar 4.24. *Form Input Data Kawasan Hutan*

4.4.8 Form Proses Cluster

Jumlah Iterasi

 Simpan

Kembali «

Gambar 4.25. *Form Proses Clustering*

4.5 Struktur Tabel

Tabel 4.6. Tabel Data User

Nama File : User Primary key : id_user Media : hardisk fungsi : menyimpan data user struktur data :				
No	Field Name	Type	Width	keterangan
1.	id_user	int	11	Primary Key
2.	nm_user	Varchar	30	-
3.	nm_lengkap_user	Varchar	50	-
4.	pass_user	Varchar	120	-
5.	lvl_user	enum	-	-
6.	sts_user	enum	-	-

Tabel 4.7. Tabel Data Periode

Nama File : Periode Primary key : id_periode Media : hardisk fungsi : menyimpan data periode struktur data :				
No	Field Name	Type	Width	keterangan
1.	id_periode	int	11	Primary Key
2.	nm_periode	Varchar	4	-
3.	sts_aktif	enum	-	-

Tabel 4.8. Tabel Data Kecamatan

Nama File : Kecamatan Primary key : id_kecamatan Media : hardisk fungsi : menyimpan data kecamatan struktur data :				
No	Field Name	Type	Width	keterangan
1.	id_kecamatan	int	11	Primary Key
2.	nm_kecamatan	Varchar	50	-

Tabel 4.9. Tabel Data Jenis Hutan

Nama File : Jenis Hutan Primary key : id_jenis Media : hardisk fungsi : menyimpan data jenis hutan struktur data :				
No	Field Name	Type	Width	keterangan
1.	id_jenis	int	11	Primary Key
2.	nm_jenis	Varchar	50	-

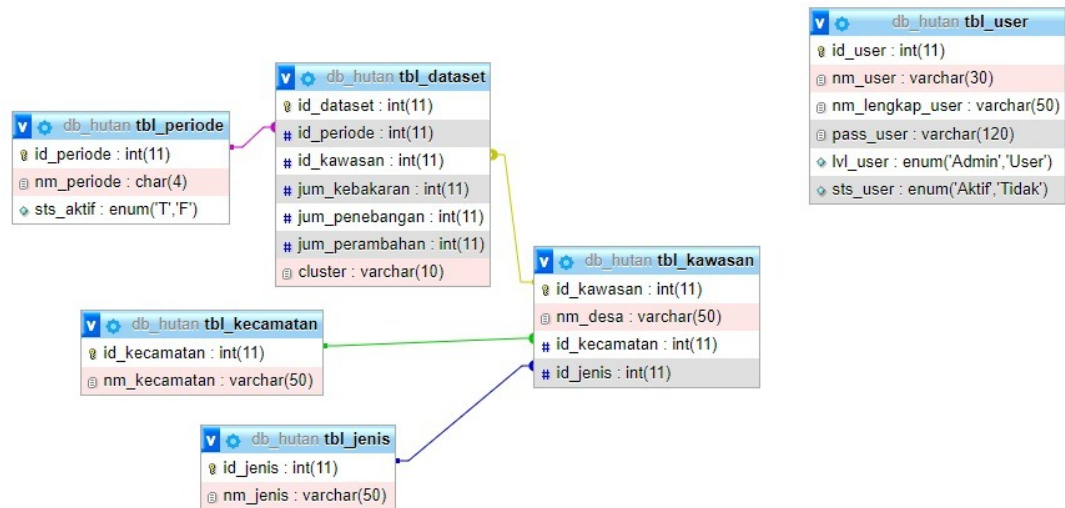
Tabel 4.10. Tabel Data Kawasan

Nama File : Kawasan Primary key : id_kawasan Media : hardisk fungsi : menyimpan data kawasan hutan struktur data :				
No	Field Name	Type	Width	keterangan
1.	id_kawasan	int	11	Primary Key
2.	nm_desa	Varchar	50	-
3.	id_kecamatan	int	11	-
4.	id_jenis	int	11	-

Tabel 4.11. Tabel Data Dataset

Nama File : Dataset Primary key : id_dataset Media : hardisk fungsi : menyimpan data dataset struktur data :				
No	Field Name	Type	Width	keterangan
1.	id_dataset	int	11	Primary Key
2.	id_periode	int	11	-
3.	id_kawasan	int	11	-
4.	jum_kebakaran	int	11	-
5.	jum_penebangan	int	11	-
6.	jum_perambahan	int	11	-
7.	Cluster	Varchar	10	-

4.6 Struktur Database



Gambar 4.26. Relasi Tabel

4.7 Desain Program

Tabel 4.12. Hasil Desain Program

Class/Type	Attributes	Methods
Home	Home [Menu] Admin [Menu]	Home [Click] Admin [Click]
Data Login	Tambah Data user [Button] Username [TextBox] Password [TextBox] Simpan[Button] Edit [Button] Hapus [Button]	Tambah Data User [Click] Username [Click] Pasword[Click] Simpan [Click] Edit [Click] Hapus [Click]
Periode	Tambah Data Periode [Button] Periode [Textbox] Status Aktif [Button] Hapus semua Set [Button] Edit Periode [Button] Kembali [Button] Simpan [Button] Kembali [Button]	Tambah Data Periode [Click] Periode [Click] Status Aktif [Click] Hapus semua Set [Click] Edit Periode [Click] Kembali [Click] Simpan [Click] Kembali [Click]
Kecamatan	Tambah Data Kecamatan [Button] Nama Kecamatan [Textbox] Status Aktif [Button] Hapus semua Set [Button] Edit Periode [Button] Kembali [Button] Simpan [Button] Kembali [Button]	Tambah Data Kecamatan [Click] Nama Kecamatan [Click] Status Aktif [Click] Hapus semua Set [Click] Edit Kecamatan [Click] Kembali [Click] Simpan [Click] Kembali [Click]
Jenis Hutan	Tambah Data Jenis Hutan [Button] Nama Jenis Hutan [Textbox] Hapus semua Set [Button] Edit Periode [Button] Kembali [Button] Simpan [Button] Kembali [Button]	Tambah Data Jenis Hutan [Click] Nama Jenis Hutan [Click] Hapus semua Set [Click] Edit Kecamatan [Click] Kembali [Click] Simpan [Click] Kembali [Click]
Kawasan	Tambah Data Kawasan [Button] Nama Desa [Textbox] Pilih Kecamatan [Button] Pilih Jenis Hutan [Button] Hapus semua Set [Button] Edit Periode [Button] Kembali [Button]	Tambah Data Kawasan [Click] Nama Desa [Click] Pilih Kecamatan [Click] Pilih Jenis Hutan [Click] Hapus semua Set [Click] Edit Periode [Click] Kembali [Click]

	Simpan [Button] Kembali [Button]	Simpan [Click] Kembali [Click]
Dataset	Lakukan Proses cluster [Button] Tampilkan Hasil cluster [Button]	Lakukan Proses cluster [Click] Tampilkan Hasil cluster [Click]

4.8 Hasil Pengujian

4.8.1 Source Code

```

<?php
$maksimumIterasi = $nMaksimum;----- 1
$centroid1[0] = array($centroid['kebakaran']['c1'], $centroid['penebangan']['c1'],
$centroid['perambahan']['c1']);----- 1
$centroid2[0] = array($centroid['kebakaran']['c2'], $centroid['penebangan']['c2'],
$centroid['perambahan']['c2']);----- 1
$centroid3[0] = array($centroid['kebakaran']['c3'], $centroid['penebangan']['c3'],
$centroid['perambahan']['c3']);----- 1
$iterasi = 1; $status = false; $loop = '0';----- 1
for ($i = 0; $i < $jumlahData; $i++) {----- 2
    $clusterAwal[$i] = '1';----- 3
}----- 3
while ($status == false) :----- 4
    $x = 0;----- 5
    foreach ($row as $rows) : ?>----- 6
<?php----- 7
$kode = $rows['id_dataset']; $hasil1 = 0; $hasil2 = 0; $hasil3 = 0;----- 7
$hasil1 = sqrt(pow($rows['jum_kebakaran'] - $centroid1[$loop][0], 2) +
pow($rows['jum_penebangan'] - $centroid1[$loop][1], 2) + pow($rows['jum_perambahan'] -
$centroid1[$loop][2], 2));----- 8
$hasil2 = sqrt(pow($rows['jum_kebakaran'] - $centroid2[$loop][0], 2) +
pow($rows['jum_penebangan'] - $centroid2[$loop][1], 2) + pow($rows['jum_perambahan'] -
$centroid2[$loop][2], 2));----- 8
$hasil3 = sqrt(pow($rows['jum_kebakaran'] - $centroid3[$loop][0], 2) +
pow($rows['jum_penebangan'] - $centroid3[$loop][1], 2) + pow($rows['jum_perambahan'] -
$centroid3[$loop][2], 2));----- 8
if ($hasil1 < $hasil2) {----- 9
    $clusterAkhir[$x] = 'C1';----- 10
    $sql = "update tbl_dataset SET cluster='C1' where id_dataset=" . $rows['id_dataset'] .
""";----- 10
    $query = $this->db->query($sql);----- 10
} elseif ($hasil2 < $hasil3) {----- 11
    $clusterAkhir[$x] = 'C2';----- 12
    $sql = "update tbl_dataset SET cluster='C1' where id_dataset=" . $rows['id_dataset'] .
""";----- 12
    $query = $this->db->query($sql);----- 12
} else {----- 13
    $clusterAkhir[$x] = 'C3';----- 13

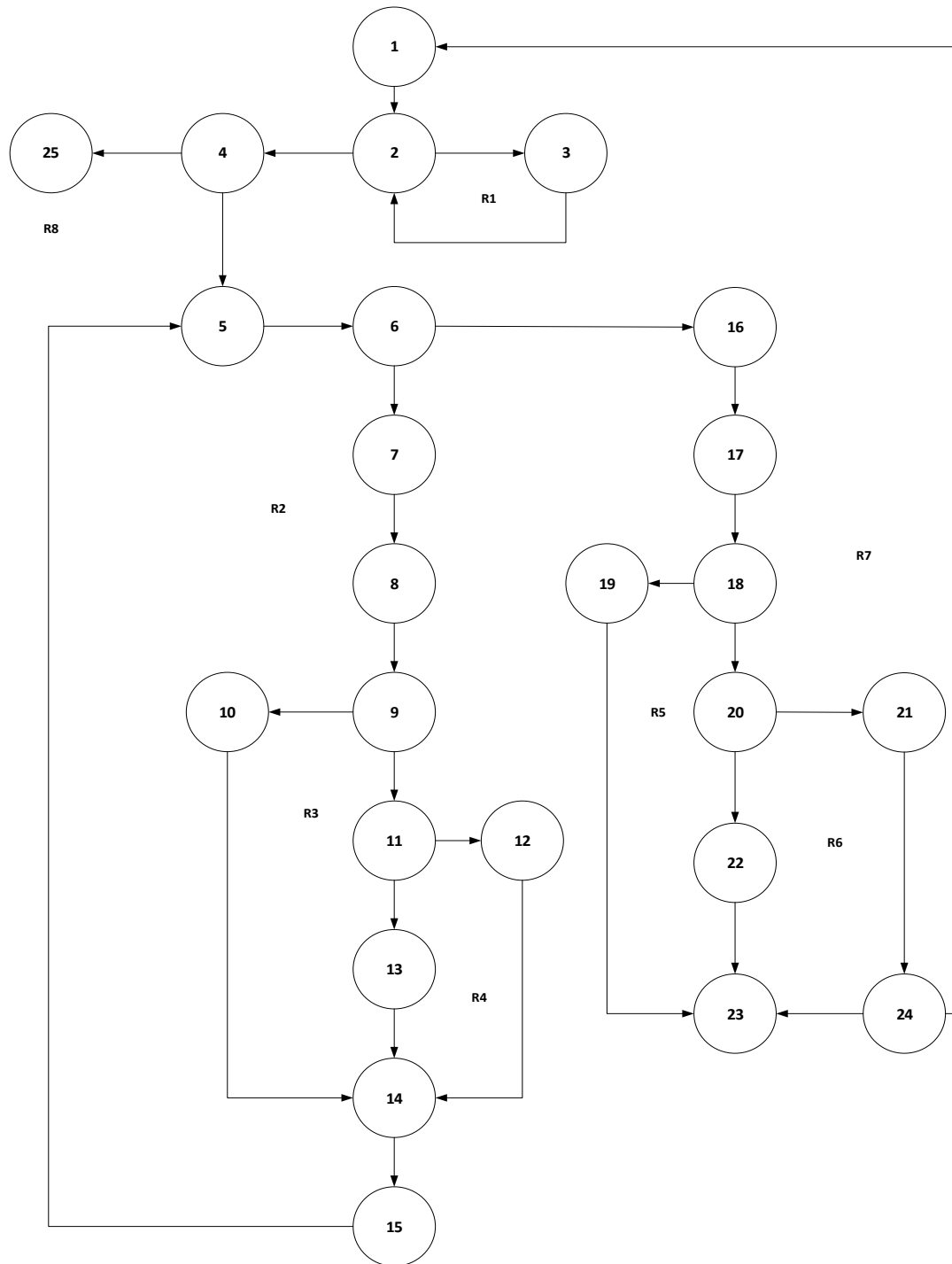
```

```

$ssql = "update tbl_dataset SET cluster='C2' where id_dataset=" . $rows['id_dataset'] . """;
----- 13
$query = $this->db->query($ssql);----- 13
}----- 13
?> ----- 13
<?= $rows['nm_desa']; ?>----- 14
<?= $rows['nm_kecamatan']; ?>----- 14
<?= $rows['nm_jenis']; ?>----- 14
<?= $rows['jum_kebakaran']; ?>----- 14
<?= $rows['jum_penebangan']; ?>----- 14
<?= $rows['jum_perambahan']; ?>----- 14
<?= round($hasil1, 0); ?>----- 14
<?= round($hasil2, 0); ?>----- 14
<?= round($hasil3, 0); ?> <?= $clusterAkhir[$x]; ?>----- 14
<?php $x += 1; endforeach ?>----- 15
<?php ----- 16
$loop++;----- 16
$centroid1[$loop][0] = $this->fungsi->nilaiRerata1('C1', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid1[$loop][1] = $this->fungsi->nilaiRerata2('C1', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid1[$loop][2] = $this->fungsi->nilaiRerata3('C1', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid2[$loop][0] = $this->fungsi->nilaiRerata1('C2', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid2[$loop][1] = $this->fungsi->nilaiRerata2('C2', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid2[$loop][2] = $this->fungsi->nilaiRerata3('C2', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid3[$loop][0] = $this->fungsi->nilaiRerata1('C3', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid3[$loop][1] = $this->fungsi->nilaiRerata2('C3', $kode)['nilai'];----- 17
$centroid3[$loop][2] = $this->fungsi->nilaiRerata3('C3', $kode)['nilai'];----- 17
if ($status = true) { ----- 18
    $ket = "Grup Baru == Group Sebelumnya, maka iterasi dihentikan.";----- 19
}----- 19
if ($clusterAwal != $clusterAkhir) { ----- 20
    $status = false;----- 21
    $clusterAwal = $clusterAkhir;----- 21
    $ket = "Grup Baru <> group sebelumnya, maka iterasi dilanjutkan.";----- 21
}----- 21
if ($status == false && $iterasi == $maksimumIterasi) {----- 22
    $status = true;----- 23
    $ket = "Karena iterasi iterasi sudah mencapai maksimum iterasi, maka iterasi dihentikan";
----- 23
}----- 23
?> ----- 23
<?= $ket; ?>----- 24
$iterasi++;----- 24
<?php endwhile; ?>----- 25

```


4.8.3 Flowgraph



Gambar 4.28. Flowfraph Hasil Clustering

Perhitungan:

Menghitung Nilai *Cyclomatic Complexity* (CC)

Dimana:

Region (R) = 8

Node (N) = 25

Edge (E) = 31

Predicate Node (P) = 7

$$\begin{aligned} V(G) &= E - N + 2 \\ &= 31 - 25 + 2 \\ &= 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(G) &= P + 1 \\ &= 7 + 1 \\ &= 8 \end{aligned}$$

CC = R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8

Tabel 4.13. Basis Path

NO	PATH	KET
1.	1-2-3-2...	OK
2.	1-2-4-5-6...	OK
3.	1-2-4-5-6-7-8-9...	OK
4.	1-2-4-5-6-7-8-9-11...	OK
5.	1-2-4-5-6-16-17-18...	OK
6.	1-2-4-5-6-16-17-18-20...	OK
7.	1-2-4-5-6-16-17-18-20-21-24...	OK
8	1-2-4-25	OK

Ketika aplikasi dijalankan, maka terlihat bahwa semua basis path yang dihasilkan telah dieksekusi satu kali. Berdasarkan ketentuan tersebut dari segi kelayakan *software*, sistem ini telah memenuhi syarat.

4.8.4 Uji Black Box

Tabel 4.14. Tabel Pengujian *Black Box* Aplikasi

Input/Event	Fungsi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji
Klik Menu login	Login ke halaman admin	Tampil Silahkan Login	Sesuai
Masukkan Username dan Password Salah	Menguji Validasi Username dan Password	Tampil Pesan Username dan Password anda salah	Sesuai
Masukkan Username dan Password Benar	Menguji Validasi Username dan Password	Tampil Beranda halaman menu utama	Sesuai
Klik tambah user pengguna	Menambahkan pengguna baru	Data user baru berhasil ditambahkan	Sesuai
Klik tombol edit	Mengubah data user	Data user berhasil diubah	Sesuai
Klik tombol hapus	Menghapus data user	Data user berhasil terhapus	Sesuai
Klik Menu periode	Menampilkan data periode	Tampil form data periode	Sesuai
Klik Tambah periode	Menginput data periode	Tampil Form tambah periode	Sesuai
Klik tombol edit	Mengubah data periode	Data periode berhasil diubah	Sesuai
Klik tombol hapus	Menghapus data periode	Data periode berhasil terhapus	Sesuai
Klik menu kecamatan	Menampilkan data kecamatan	Tampil form data kecamatan	Sesuai
Klik tambah data kecamatan	Menginput data kecamatan	Data kecamatan berhasil di input/tambah	Sesuai
Klik tombol edit	Mengubah data kecamatan	Data kecamatan berhasil diubah	Sesuai
Klik tombol hapus	Menghapus data kecamatan	Data kecamatan berhasil terhapus	Sesuai
Klik menu jenis hutan	Menampilkan form input data jenis hutan	Tampil menu input data jenis hutan	Sesuai
Klik tambah data jenis hutan	Menambah atau menginput data baru jenis hutan	Data baru jenis hutan berhasil diinput/ditambahkan	Sesuai
Klik tombol edit	Mengubah data jenis hutan	Data jenis hutan berhasil diubah	Sesuai
Klik tombol hapus	Menghapus data jenis hutan	Data jenis hutan berhasil terhapus	Sesuai

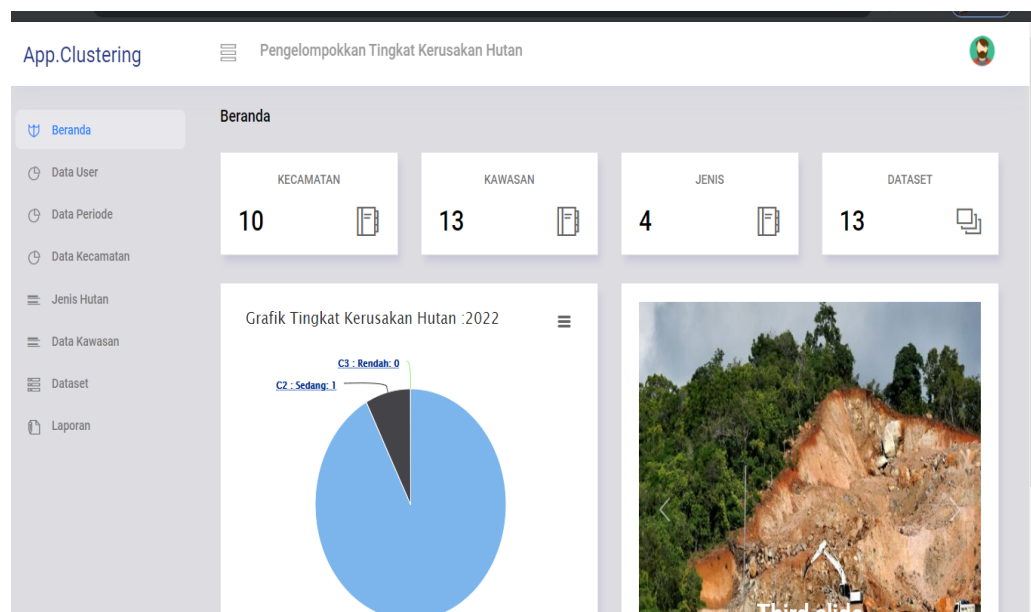
Input/Event	Fungsi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Uji
Klik Menu kawasan	Menampilkan form data kawasan hutan	Tampil form input data kawasan hutan	Sesuai
Klik Tambah data kawasan hutan	Menginput data kawasan hutan yang baru	Data kawasan hutan yang baru berhasil ditambahkan	Sesuai
Klik tombol edit	Mengubah data kawasan hutan	Data kawasan hutan berhasil diubah	Sesuai
Klik tombol hapus	Menghapus data kawasan hutan	Data kawasan hutan berhasil terhapus	Sesuai
Klik tombol dataset	Menampilkan form dataset	Tampil form dataset	Sesuai
Klik tombol hapus	Menghapus data kerusakan hutan	Data kerusakan hutan berhasil terhapus	Sesuai
Klik tombol upload untuk memasukkan data kerusakan hutan	Memasukkan Data kerusakan hutan	Data kerusakan hutan berhasil dimasukkan	Sesuai
Klik tombol cluster	Menginput berapa jumlah iterasi yang diinginkan	Data jumlah iterasi berhasil di simpan	Sesuai
Klik tombol proses	Melakukan proses klaster data kerusakan hutan	Tampil hasil klaster data kerusakan hutan	Sesuai
Klik tombol kembali	Mengembalikan ke menu dataset kerusakan hutan	Tampil form dataset kerusakan hutan	Sesuai
Klik tombol laporan	Melakukan proses klaster data kerusakan hutan	Tampil hasil klaster data kerusakan hutan	Sesuai

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan Sistem

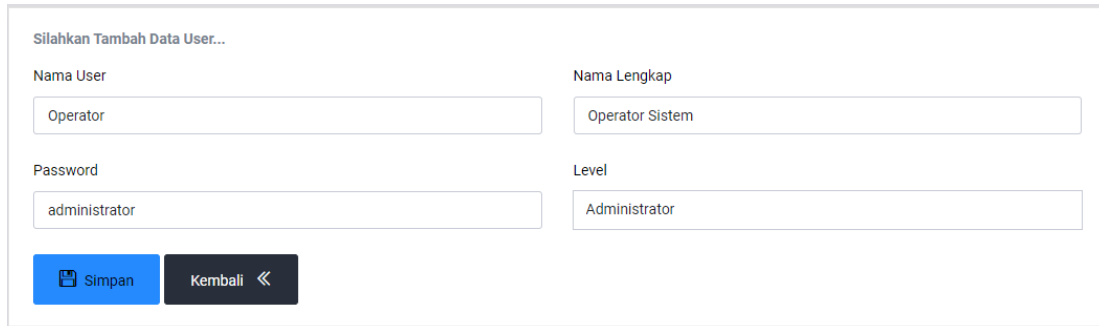
5.1.1. Tampilan Halaman Form Home



Gambar 5.1. Tampilan Halaman Menu Utama

Halaman ini akan muncul pada saat *user* telah melakukan login terlebih dahulu, dimana terdapat beberapa menu yang disediakan seperti, input data user, input data periode, input data kecamatan, input data jenis hutan, input data kawasan hutan, input dataset sekaligus proses cluster didalamnya dan hasil clustering dalam menu laporan.

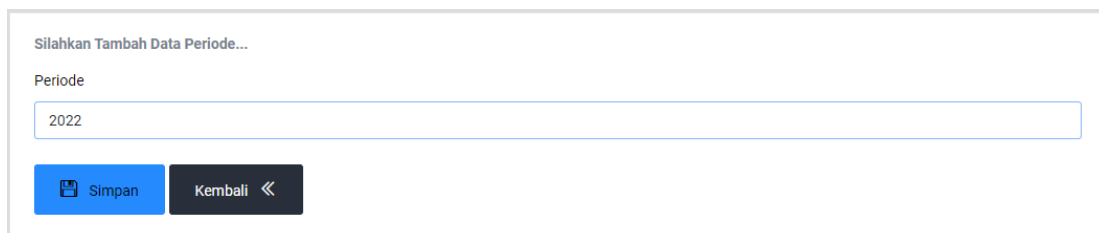
5.1.2. Tampilan Menu User



Gambar 5.2. Tampilan Menu Tambah User

Ketika telah mengklik tambah data user maka halaman ini akan muncul, selanjutnya masukkan nama user, nama lengkap user, passwordnya apa, kemudian pilih level user sebagai apa, lalu tekan simpan. Selanjutnya tekan tombol kembali untuk kembali ke halaman user.

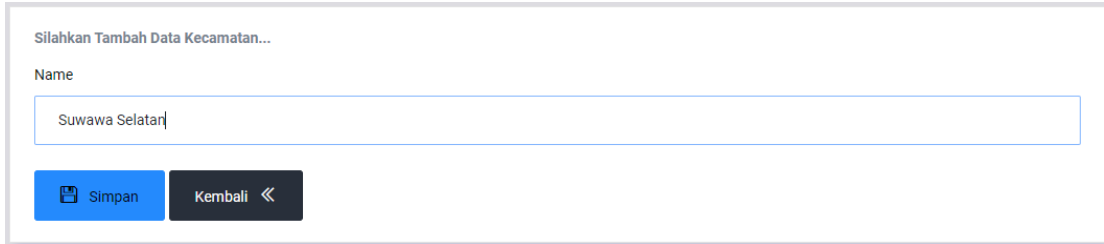
5.1.3. Halaman Input Data Periode



Gambar 5.3. Tampilan Menu Tambah Data Periode

Ketika telah mengklik tambah data periode maka halaman ini akan muncul, selanjutnya masukkan tahun, lalu tekan simpan. Selanjutnya tekan tombol kembali untuk kembali ke halaman periode.

5.1.4. Halaman Data Kecamatan



Silahkan Tambah Data Kecamatan...

Name

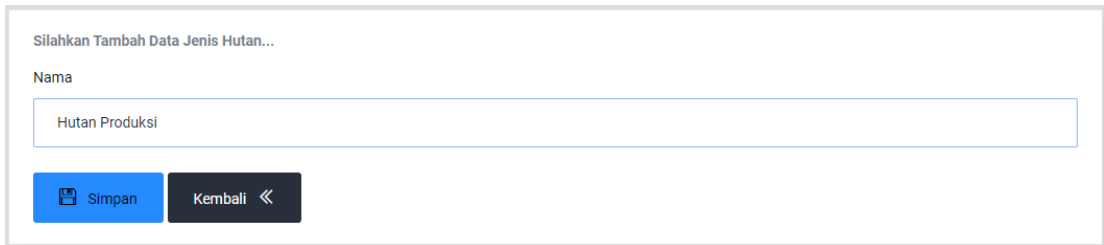
Suwawa Selatan

Simpan Kembali <<

Gambar 5.4. Tampilan Menu Tambah Data Kecamatan

Hal yang dilakukan pada halam ini adalah menginput nama kecamatan, selanjutnya selanjutnya tekan tombol simpan. kemudian tekan tombol kembali untuk kembali ke halaman depan data kecamatan.

5.1.5. Halaman Input Data Jenis



Silahkan Tambah Data Jenis Hutan...

Nama

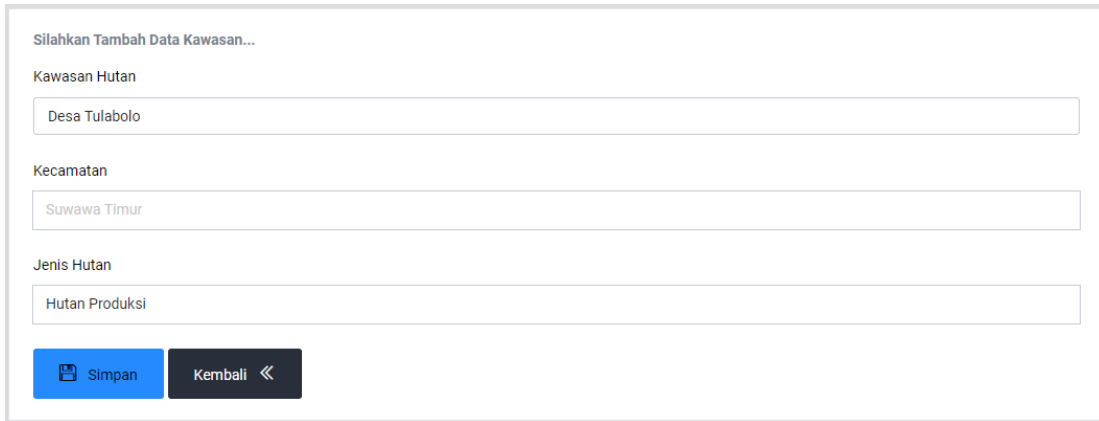
Hutan Produksi

Simpan Kembali <<

Gambar 5.5. Tampilan Menu Tambah Data Jenis Hutan

Masukkan data kawasan hutan yang user inginkan, selanjutnya tekan tombol simpan. kemudian tekan tombol kembali untuk kembali ke halaman depan data jenis hutan.

5.1.6. Halaman Input Data Kawasan Hutan



Silahkan Tambah Data Kawasan...

Kawasan Hutan

Desa Tulabolo

Kecamatan

Suwawa Timur

Jenis Hutan

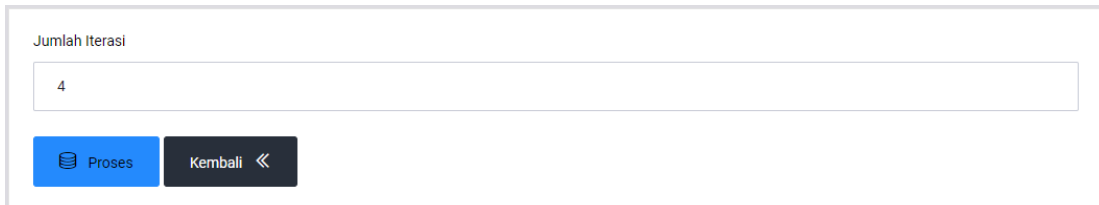
Hutan Produksi

Simpan Kembali

Gambar 5.6. Tampilan Menu Tambah Data Kawasan Hutan

Hal yang dilakukan pada halaman ini adalah menginput nama kawasan hutan, lalu pilih kecamatan, pilih jenis hutan. Selanjutnya tekan tombol simpan. kemudian tekan tombol kembali untuk kembali ke halaman depan data kawasan hutan.

5.1.7. Halaman Proses Cluster/Iterasi



Jumlah Iterasi

4

Proses Kembali

Gambar 5.7. Tampilan Menu Input Jumlah Iterasi

Masukkan jumlah iterasi yang user inginkan, selanjutnya tekan tombol proses. kemudian tekan tombol kembali untuk kembali ke halaman depan data cluster.

5.1.8. Halaman Laporan Hasil Cluster

 DINAS KEHUTANAN KABUPATEN BONE BOLANGO LAPORAN HASIL CLUSTER TINGKAT KERUSAKAN HUTAN PERIODE : 2022						
Kawasan Hutan	Kecamatan	Jenis Hutan	Kebakaran	Penebangan	Perambahan	Cluster
Desa Kemiri	Bone Pantai	Hutan Produksi	120	12	12	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Taludaa	Bone	Hutan Produksi	400	34	4	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Longalo	Bulango Utara	Hutan Produksi	56	45	23	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Tulabolo	Suwawa Timur	Hutan Produksi	87	76	32	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Pilolaheya	Bulango Ulu	Hutan Produksi Tetap	300	45	5	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Monano	Bone	Hutan Produksi Tetap	54	80	45	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Inomota	Bone Raya	Hutan Produksi Tetap	67	60	56	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Pelita Hijau	Bone Pantai	Hutan Produksi Tetap	23	56	40	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Pancuran	Suwawa Selatan	Hutan Produksi Tetap	12	12	34	C2 Kerusakan Sedang
Desa Mamungaa	Bulawa	Hutan Produksi Tetap	98	8	21	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Tupa	Bulango Utara	Taman Nasional	122	67	0	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Bondauna	Suwawa Selatan	Taman Nasional	98	50	12	C1 Kerusakan Tinggi
Desa Mongillo	Bulango Ulu	Taman Nasional	76	65	34	C1 Kerusakan Tinggi

Gambar 5.8. Tampilan Lap. Hasil Cluster

Pada halaman ini menampilkan laporan hasil clusterisasi kerusakan hutan di kabupaten Bone Bolango untuk tahun 2022.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- 1) Klasterisasi tingkat kerusakan hutan pada Kabupaten Bone Bolango dengan menggunakan metode KMeans Clustering berdasarkan hasil uji sistem didapatkan nilai $V(G) = CC = 8$. Sehingga dinyatakan bahwa sistem ini telah memenuhi syarat logika pemrograman dan tidak kompleks. Sedangkan pengujian *Black Box Testing* menyatakan bahwa sistem ini telah bebas dari berbagai kesalahan komponen-komponennya.
- 2) Hasil metode KMeans Clustering untuk klasterisasi kerusakan hutan pada tahun 2022 dengan jumlah iterasi 3 diperoleh untuk C1 dengan jumlah kerusakan tinggi sebesar 12 Desa, sedangkan untuk C2 dengan jumlah kerusakan sedang sebanyak 1 Desa dan untuk kerusakan C3 dengan jumlah kerusakan rendah tidak ada atau 0.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti mengajukan beberapa saran:

- 1) Penulis mengharapkan agar nantinya hasil klasterisasi tingkat kerusakan hutan ini menggunakan metode KMeans Clustering pada Dinas Kehutanan Kabupaten Bone Bolango ini bisa menjadi acuan, agar kiranya dapat mengambil tindakan untuk para oknum perusak hutan serta mereboisasi kembali hutan-hutan yang telah rusak.
- 2) Penulis mengharapkan agar dilakukan pengelompokan dengan menggunakan metode lainnya agar dapat diketahui perbedaan hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://wikipedia.org/wiki/Hutan> diakses tanggal 23 januari 2020 Pukul 19:24.
- [2] Riskihadi, A. Rahardi, B dan Suharto B. 2009. *Perfomance Determination Junggo Sub-Watershed in Management Regional an Upstream Area Brantas Watershed*. Jurnal Sumber Daya Alam, II (I), 47-54.
- [3] Huzaini, A. 2013. *Tingkat Kekritisn Lahan di Kecamatan Gunung Pati Kota Semarang*. Universitas Diponegoro.
- [4] Muhammad Farid Fahmi dan Yoyon K. Suprpto, 2015. *Implementasi Algoritma K-Means Clustering dalam Penentuan Prioritas Rehabilitas Daerah Aliran Sungai*. Jurnal Ilmiah NERO Vol. 2, No. 1. 2015.
- [5] Hapita Artatia dan RB Fajria Hakim, 2015. *Pengemlompokan dampak gempa bumi dari segi kerusakan fasilitas pada Provinsi yang berpotensi gempa di Indonesia menggunakan K-Means Clustering*. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS.
- [6] Siti Hajar dkk, 2020. *Penerapan K-Means clustering pada ekspor minyak kelapa sawit menurut negara tujuan*. SAINTEKS 2020. ISBN: 978-602-52720-7-3. Hal. 314-318.
- [7] Siti Asmiatun dan Nur WAKhidah, 2018. *Identifikasi Pengelompokan Kondisi Permukaan Jalan menggunakan Algoritma KMeans*. Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi, Vol. 14. No. 1, Juni 2018, pp 17-23, P-ISSN: 1410-9840.
- [8] Prasetyo, E., 2006, *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB*, Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- [9] Han. J, Kamber M., 2006, *Data Mining: Concepts and Techniques*, Second Edition. Morgan Kaufman. California.
- [10] Witten, I.H. and Frank, E. 2005. *Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Second Edition. California: Morgan Kaufman.
- [11] Johan Oscar Ong, 2013. *Implementasi Algoritma K-Means clustering Untuk Menentukan Strategi Marketing President University*.
- [12] Susanto, S. and Suryadi, D., 2010. *Pengantar Data Mining: Mengagali Pengetahuan dari Bongkahan Data*.
- [13] Luthfi, K. and Taufiq, E., 2009. *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta: Andi.
- [14] Bently, Lonnie D, Jeffrey L Whitten, (2007). *Systems Analisis and Design for the Global Enterprise Seventh Edition*, New York: McGraw-Hill.
- [15] Sri Dharwiyanti & Romi Satria Wahono, 2013. *Kuliah Umum Ilmu Komputer*. Jakarta.
- [16] Hariyanto, Bambang, 2004. *Sistem Informasi Basis Data: Pemodelan*.
- [17] Pressman, R.S. 2002. *Rekayasa Perangkat Lunak : Pendekatan Praktis (Buku I)*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.